

日本国特許庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

2001年 2月 5日

出願番号

Application Number:

特願2001-027940

出願人

Applicant(s):

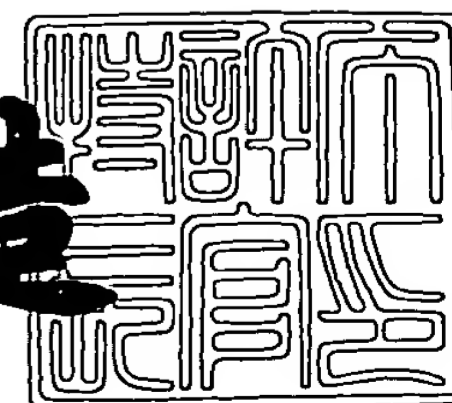
株式会社ニコン



2001年 2月23日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3011465

【書類名】 特許願
【整理番号】 00-01374
【提出日】 平成13年 2月 5日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01L 21/027
【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン
内

【氏名】 西 健爾

【特許出願人】

【識別番号】 000004112

【氏名又は名称】 株式会社ニコン

【代表者】 吉田 庄一郎

【代理人】

【識別番号】 100098165

【弁理士】

【氏名又は名称】 大森 聡

【電話番号】 044-900-8346

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000- 41435

【出願日】 平成12年 2月15日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019840

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9115388

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 露光方法及び装置、並びにデバイス製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 露光ビームで第 1 物体を介して第 2 物体を露光する露光方法において、

所定の気密性を有するステージ室内に前記第 1 物体又は第 2 物体よりなる被露光体を移動する可動ステージを配置しておき、

前記被露光体を前記ステージ室内に搬入した後、前記可動ステージに対する前記被露光体の位置合わせを行い、

前記被露光体を前記可動ステージに設置した後、前記被露光体の露光位置に対する位置合わせを行うことを特徴とする露光方法。

【請求項 2】 前記被露光体を前記ステージ室内に搬入する搬送系が所定の気密室を有する搬送室内に配置され、

前記ステージ室と前記搬送室との間の空間が外気から実質的に隔離され、

前記ステージ室及び前記搬送室内に前記露光ビームを透過する気体が供給され、

前記ステージ室内に比べて前記搬送室内での前記気体に対する不純物の濃度の許容値が高くなるように管理されることを特徴とする請求項 1 記載の露光方法。

【請求項 3】 露光ビームで被露光体を露光する露光方法において、

前記被露光体を搬送する途中で外形基準で前記被露光体の搬送系に対する位置合わせを行い、

その後、位置決め用の可動ステージ上に前記被露光体を載置する際に、外形基準で前記被露光体の前記可動ステージに対する位置合わせを行い、

その後、前記可動ステージ上の前記被露光体に対して、前記被露光体上の位置合わせ用マークを基準として位置合わせを行うことを特徴とする露光方法。

【請求項 4】 前記被露光体はマスクパターンが転写される基板であり、

前記被露光体の前記搬送系に対する位置合わせと、前記被露光体の前記可動ステージに対する位置合わせとの間に、前記被露光体の温度調整を行うことを特徴とする請求項 3 記載の露光方法。

【請求項 5】 露光ビームで第 1 物体を介して第 2 物体を露光する露光装置において、

前記第 1 物体又は前記第 2 物体よりなる被露光体を移動する可動ステージと、

該可動ステージを収納するステージ室と、

該ステージ室内に前記被露光体を搬送する搬送系と、

前記ステージ室内で前記可動ステージに対する前記被露光体の位置合わせを行う第 1 アライメント系と、

前記可動ステージに設置された前記被露光体の露光位置への位置合わせを行う第 2 アライメント系と

を有することを特徴とする露光装置。

【請求項 6】 前記第 1 アライメント系は、前記被露光体の外形の位置情報を検出する外形検出系を含み、

前記第 2 アライメント系は、前記被露光体上の位置合わせ用マークの位置情報を検出するマーク検出系を含むことを特徴とする請求項 5 記載の露光装置。

【請求項 7】 前記搬送系は、外形基準で前記被露光体の位置合わせを行う第 3 アライメント系を含むことを特徴とする請求項 5 又は 6 記載の露光装置。

【請求項 8】 前記搬送系による前記被露光体の搬送経路上に前記被露光体の温度制御を行う温度制御系を配置したことを特徴とする請求項 5 記載の露光装置。

【請求項 9】 前記第 1 アライメント系は、搬入用の第 1 アームと搬出用の第 2 アームとを更に備え、

前記第 1 及び第 2 アームは、それぞれ前記可動ステージの移動方向にスライド自在な保持部を有することを特徴とする請求項 5、6、又は 7 記載の露光装置。

【請求項 10】 前記可動ステージは、前記被露光体としての第 1 基板を移動する第 1 可動ステージと、前記被露光体としての第 2 基板を移動する第 2 可動ステージとを有し、

前記第 1 及び第 2 アライメント系はそれぞれ前記第 1 及び第 2 可動ステージに対応して 2 組設けられたことを特徴とする請求項 5 又は 6 記載の露光装置。

【請求項 11】 前記搬送系を収納する搬送室と、

前記ステージ室と前記搬送室との間の空間を外気から実質的に隔離する可撓性を有する被覆部材と、

前記ステージ室及び前記搬送室内に前記露光ビームを透過する気体を供給する気体供給装置と

を有することを特徴とする請求項 5 ～ 1 0 の何れか一項記載の露光装置。

【請求項 1 2】 露光ビームで第 1 物体を介して第 2 物体を露光する露光方法において、

位置決め用の可動ステージ上に前記第 2 物体を搬送する途中で、前記第 2 物体の搬送系に対する位置決めを行うことを特徴とする露光方法。

【請求項 1 3】 露光ビームで第 1 物体を介して第 2 物体を露光する露光装置において、

前記第 2 物体の位置決めを行う可動ステージと、

該可動ステージ上に前記第 2 物体を搬送する搬送系とを有し、

前記搬送系は、

外部から前記第 2 物体を取り込むために 2 以上の変位の自由度を有するハンドリング機構と、

該ハンドリング機構に保持されている前記第 2 物体の外形の位置情報を検出する外形検出系と、

前記ハンドリング機構から受け渡された前記第 2 物体を前記可動ステージの方向に向けて搬送するために 1 以上の変位の自由度を有するアーム機構とを有することを特徴とする露光装置。

【請求項 1 4】 前記ハンドリング機構は、回転台と、該回転台上に回転自在に固定された第 1 ハンド部材と、該第 1 ハンド部材の先端部に回転自在に設けられて先端部に前記第 2 物体が保持される第 2 ハンド部材とを有し、

前記アーム機構は、前記第 2 物体を保持するアーム部材と、該アーム部材を前記可動ステージの方向に駆動する駆動装置とを有することを特徴とする請求項 1 3 記載の露光装置。

【請求項 1 5】 前記ハンドリング機構から受け渡された前記第 2 物体の温度調整を行う温度制御系を更に設けたことを特徴とする請求項 1 3 又は 1 4 記載

の露光装置。

【請求項 1 6】 前記可動ステージを気密性を有するステージ室内に収納し、前記ハンドリング機構を気密性を有する第 1 搬送室内に収納し、前記アーム機構を気密性を有する第 2 搬送室内に収納し、

前記第 1 搬送室と前記第 2 物体の搬送ラインとの間、前記第 1 搬送室と前記第 2 搬送室との間、及び前記第 2 搬送室と前記ステージ室との間にそれぞれ開閉自在の開口を設けたことを特徴とする請求項 1 3、1 4、又は 1 5 記載の露光装置。

【請求項 1 7】 露光ビームで第 1 物体を介して第 2 物体を露光する露光方法において、

露光位置を含む第 1 領域で前記第 2 物体としての第 1 基板の位置計測及び露光を行うのと並行して、アライメント位置を含む第 2 領域で前記第 2 物体としての第 2 基板の位置計測を行った後、

前記第 1 基板と前記第 2 基板とを交換するように前記第 1 領域に前記第 2 基板を移動して、該第 2 基板の位置計測及び露光を行うことを特徴とする露光方法。

【請求項 1 8】 露光ビームで第 1 物体を介して第 2 物体を露光する露光装置において、

前記第 2 物体としての第 1 基板が載置される第 1 可動ステージと、
前記第 2 物体としての第 2 基板が載置される第 2 可動ステージと、
露光位置を含む第 1 領域で前記第 1 可動ステージ又は前記第 2 可動ステージの位置計測を行う第 1 計測系と、

前記第 1 領域で前記第 1 可動ステージ又は前記第 2 可動ステージの駆動を行う第 1 駆動系と、

アライメント位置を含む第 2 領域で前記第 1 可動ステージ又は前記第 2 可動ステージの位置計測を行う第 2 計測系と、

前記第 2 領域で前記第 1 可動ステージ又は前記第 2 可動ステージの駆動を行う第 2 駆動系と、

前記第 1 駆動系と前記第 2 駆動系との間で前記第 1 可動ステージの少なくとも一部と前記第 2 可動ステージの少なくとも一部との交換を行うステージ交換系と

を有することを特徴とする露光装置。

【請求項 1 9】 前記第 1 物体のパターンの像を前記第 2 物体上に投影する投影系と、前記第 2 物体上の位置合わせ用マークの位置を検出するマーク検出系とを備え、

前記第 1 計測系は前記投影系を基準として計測対象の可動ステージの位置計測を行い、

前記第 2 計測系は前記マーク検出系を基準として計測対象の可動ステージの位置計測を行うことを特徴とする請求項 1 8 記載の露光装置。

【請求項 2 0】 前記第 2 計測系は、前記投影系と前記マーク検出系との間から計測対象の可動ステージに計測ビームを照射する干渉計を含むことを特徴とする請求項 1 9 記載の露光装置。

【請求項 2 1】 露光ビームで第 1 物体を介して第 2 物体を露光する露光装置において、

前記第 2 物体の位置決めを行う可動ステージと、

前記第 1 物体のパターンの像を前記第 2 物体上に投影する投影系と、

前記第 2 物体上の位置合わせ用マークの位置を検出するマーク検出系と、

該マーク検出系に一体的に配置されて、所定の参照部材を基準として前記可動ステージの所定方向の位置を計測する第 1 計測系とを有することを特徴とする露光装置。

【請求項 2 2】 前記所定の参照部材は前記投影系であり、

前記マーク検出系に一体的に配置されて、前記マーク検出系を基準として前記所定方向に交差する方向の前記可動ステージの位置を計測する第 2 計測系が設けられたことを特徴とする請求項 2 1 記載の露光装置。

【請求項 2 3】 前記可動ステージは、前記第 2 物体としての第 1 基板を移動する第 1 可動ステージと、前記第 2 物体としての第 2 基板を移動する第 2 可動ステージとを有し、

前記マーク検出系及び前記第 1 計測系はそれぞれ前記第 1 及び第 2 可動ステージに対応して 2 組設けられたことを特徴とする請求項 2 1 又は 2 2 記載の露光装置。

【請求項 2 4】 露光ビームで第 1 物体及び投影系を介して第 2 物体を露光する露光装置において、

1 個又は複数個の防振台を介して支持されるベース部材と、

該ベース部材上に移動自在に載置されて前記第 1 物体を駆動する可動ステージと、

該可動ステージのガイド面と前記投影系との相対変位を検出する検出系とを有し、前記検出系の検出結果に基づいて前記防振台を制御することを特徴とする露光装置。

【請求項 2 5】 露光ビームで第 1 物体及び投影系を介して第 2 物体を露光する露光装置において、

ベース部材と、

該ベース部材上に移動自在に載置されて前記第 2 物体を駆動する可動ステージと、

該可動ステージを収納するステージ室と、

前記ベース部材上に 1 個又は複数個の防振台を介して配置されて前記投影系を支持する支持板と、

該ステージ室と前記投影系との相対変位を検出する検出系とを有し、前記検出系の検出結果に基づいて前記防振台を制御することを特徴とする露光装置。

【請求項 2 6】 露光ビームで第 1 物体及び投影系を介して第 2 物体を露光する露光装置において、

前記第 1 物体又は前記第 2 物体を駆動する可動ステージと、

前記可動ステージを収納する気密室と、

該気密室に少なくとも一部が設けられ、前記可動ステージの位置情報又は速度情報を検出する第 1 干渉計と、

該第 1 干渉計の前記気密室に設けられた部分と前記投影系との変位を検出する第 2 干渉計と

を有することを特徴とする露光装置。

【請求項 2 7】 請求項 1 ～ 4、1 2、1 7 の何れか一項記載の露光方法を用いてマスクパターンをワークピース上に転写する工程を含むデバイス製造方法

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば半導体素子、液晶表示素子、プラズマディスプレイ素子又は薄膜磁気ヘッド等のデバイスを製造するためのリソグラフィ工程でマスクパターンを基板上に転写する際に使用される露光方法及び装置、並びにこれらに関連する技術に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

半導体素子等を製造する際に使用される一括露光型（ステッパー型）、又は走査露光型（ステップ・アンド・スキャン方式等）の露光装置には高い露光精度が要求されている。そのため、露光装置において、マスクとしてのレチクルを位置決めするレチクルステージ系、及び基板としてのウエハを2次元移動するウエハステージ系には、それぞれ高精度な位置決め、又は高精度な走査ができるような構成が採用されている。そして、従来のレチクルステージ系及びウエハステージ系は、所定のフレーム機構に対して順次直接組み上げられていた。

【0 0 0 3】

また、最近の露光装置においては、解像度を更に高めるために露光ビームとして、KrFエキシマレーザ（波長248nm）よりも短波長のArFエキシマレーザ（波長193nm）が使用されつつあると共に、更に短波長のF₂レーザ光（波長157nm）等の使用も検討されている。ところが、これらの波長200nm以下程度の真空紫外光（VUV光）は、通常の大気（特に酸素）による吸収率が高いため、その真空紫外光を露光ビームとして使用する場合には、各ステージ系をそれぞれステージ室（サブチャンバ）によって密閉し、これらのステージ室内に窒素ガスやヘリウムガスのような真空紫外光に対して高透過率の気体を供給するか、更にはそれらのステージ室の内部の露光ビームの光路をほぼ真空にする必要がある。これは投影光学系の内部の隣り合うレンズの間の空間についても同様である。そこで、真空紫外光を露光ビームとして使用する露光装置では、フ

レーム機構に対して投影光学系を装着して、更には各ステージ系を順次組み上げた後に、各ステージ系を気密性を保って囲むように対応するステージ室を装着する必要がある。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

上記の如く例えば真空紫外光を露光ビームとして使用する露光装置は、フレーム機構に対して順次投影光学系や各ステージ系を組み上げた後に、気密性を保つためのステージ室を装着することで組み上げられる。しかしながら、このように一つのフレーム機構に対して順次各ステージ系やステージ室等を組み上げていく方法では、組立調整に時間を要すると共に、各ステージ系と投影光学系との間の相対位置の調整等に長い時間を要するため、露光装置の製造コストが上昇するという不都合があった。また、そのように順次各ステージ系や各ステージ室等を組み上げていく方法では、露光装置のメンテナンスを行う場合にも調整工程が複雑化して、メンテナンスの時間及びコストが増大するという不都合があった。

【 0 0 0 5 】

更に、各ステージ室等の中に露光ビームに対して高透過率の気体を供給する構成で、露光装置の組立調整を容易にする場合に、その高透過率の気体の漏れ量が多くなり、露光ビームの光路上でのその気体の濃度が低下して、被露光基板上での露光ビームの強度が低下する恐れがある。また、その高透過率の気体が例えばヘリウムガスのように高価な気体であるときには、運転コストを抑えるためにできるだけその気体を有効に利用する必要がある。

【 0 0 0 6 】

更に、例えばヘリウムガスを露光ビームの光路に供給する場合には、ヘリウムガスと外気（空気）とでは屈折率が比較的大きく異なるため、その露光ビームの光路上での外気の混入率が変化すると、ステージ系の位置計測用のレーザ干渉計の計測精度が低下する恐れもある。そこで、露光装置の組立調整を容易にした場合にも、露光ビームの光路に対しては十分な気密性が要求される。

【 0 0 0 7 】

また、露光装置の組立調整を容易にする場合にも、露光装置の設置面積（フッ

トプリント)を小さくするためには、各ステージ系等をできるだけ小型化できることが望ましい。

本発明は斯かる点に鑑み、ステージ系等の組立調整の容易な露光技術を提供することを第1の目的とする。

【0008】

更に本発明は、ステージ系等の組立調整が容易であると共に、露光ビームの光路の少なくとも一部にその露光ビームを透過する気体を供給する場合に、その気体を有効利用して、その光路でのその気体の濃度を高く維持できる（気密性を高く維持できる）露光技術を提供することを第2の目的とする。

また、本発明は、ステージ系等の組立調整が容易で、ステージ系等を小型化できると共に、可動部等の位置を正確に計測できる露光技術を提供することを第3の目的とする。

【0009】

更に本発明は、そのような露光技術を用いて低コストで、又は高いスループットで各種デバイスを製造できるデバイス製造方法を提供することをも目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明による第1の露光方法は、露光ビームで第1物体(R1)を介して第2物体(W1)を露光する露光方法において、所定の気密性を有するステージ室(38)内にその第1物体又は第2物体よりなる被露光体を移動する可動ステージ(40A, 40B)を配置しておき、その被露光体をそのステージ室内に搬入した後、その可動ステージに対するその被露光体の位置決めを行い、その被露光体をその可動ステージに設置した後、その被露光体の露光位置に対する位置決めを行うものである。

【0011】

斯かる本発明によれば、そのステージ室及びこの内部に収納される可動ステージは、例えばモジュール方式で容易に組み立てることができる。しかしながら、この構成ではその可動ステージと、その外部に設置される搬送系との位置関係が

目標とする位置関係から比較的大きくずれる恐れがある。そこで、その搬送系からそのステージ室内に受け渡された被露光体の位置を例えば外形基準で計測し、この計測結果に基づいてその被露光体のその可動ステージに対する位置決め（プリアライメント）を行うことによって、その被露光体をその可動ステージに対してほぼ目標とする位置関係で設置することができる。この後は、その被露光体上の位置合わせ用マークの位置を検出し、この結果に基づいて露光位置、例えばマスクパターンの像の投影位置に対する位置合わせが行われる。

【 0 0 1 2 】

この場合、その被露光体をそのステージ室内に搬入する搬送系（W L D A，W L D B）が所定の気密室を有する搬送室（7 3）内に配置され、そのステージ室とその搬送室との間の空間が外気から実質的に隔離され、そのステージ室及びその搬送室内にその露光ビームを透過する気体が供給されて、そのステージ室内に比べてその搬送室内でのその気体に対する不純物の濃度の許容値が高くなるように管理されることが望ましい。これによって、その気体の使用効率を高めることができる。

【 0 0 1 3 】

また、本発明の第2の露光方法は、露光ビームで被露光体（R 1，W 1）を露光する露光方法において、その被露光体を搬送する途中で外形基準でその被露光体の搬送系に対する位置合わせを行い、その後に位置決め用の可動ステージ上にその被露光体を載置する際に、外形基準でその被露光体のその可動ステージに対する位置合わせを行い、その後にその可動ステージ上のその被露光体に対して、その被露光体上の位置合わせ用マークを基準として位置合わせを行うものである。

【 0 0 1 4 】

斯かる本発明によれば、その被露光体の搬送中、及びその可動ステージ上への設置時にそれぞれ外形基準で位置合わせ（プリアライメント）が行われる。従って、その可動ステージを例えばモジュール方式で構成した場合にも、その可動ステージに対してその被露光体をほぼ所定の位置関係でロードできる。

本発明において、その被露光体がマスクパターンが転写される感光基板である

場合に、その被露光体のその搬送系に対する位置合わせと、その被露光体のその可動ステージに対する位置合わせとの間に、その被露光体の温度調整を行うことが望ましい。例えばその可動ステージ上の1枚目の感光基板に対して露光が行われており、その搬送系上で2枚目の感光基板が待機しているような場合に、その感光基板上の感光材料の温度が次第に変化する恐れがある。この際に、その感光基板の温度を目標とする温度まで加熱又は冷却することによって、待機時間を有効に活用できると共に、感光材料を高い分解能で利用できる。

【 0 0 1 5 】

また、本発明による第1の露光装置は、露光ビームで第1物体（R1）を介して第2物体（W1）を露光する露光装置において、その第1物体又はその第2物体よりなる被露光体を移動する可動ステージ（40A, 40B）と、この可動ステージを収納するステージ室（38）と、このステージ室内にその被露光体を搬送する搬送系（WLDA）と、そのステージ室内でその可動ステージに対するその被露光体の位置決めを行う第1アライメント系（92A）と、その可動ステージに設置されたその被露光体の露光位置への位置合わせを行う第2アライメント系（27A）とを有するものである。斯かる露光装置によって、本発明の露光方法が実施できる。

【 0 0 1 6 】

この場合、一例としてその第1アライメント系は、その被露光体の外形の位置情報を検出する外形検出系（120, 122）を含み、その第2アライメント系は、その被露光体上の位置合わせ用マークの位置情報を検出するマーク検出系（27A）を含み、その搬送系は、外形基準でその被露光体の位置決めを行う第3アライメント系（83A, 84A）を含むものである。

【 0 0 1 7 】

また、その第1アライメント系は、搬入用の第1アーム（116）と搬出用の第2アーム（124）とを更に備え、その第1及び第2アームは、それぞれその可動ステージの移動方向にスライド自在な保持部（118a, 126a）を有することが望ましい。その被露光体はその第2物体である場合に、その可動ステージ上に第2物体を載置する際に、その第1アームを降下させてその第2物体をそ

の可動ステージ上に載置した後、その第1アームを更に僅かに降下させて、その保持部を外側にスライドさせてから、その可動ステージを移動することによって、容易にその可動ステージ上にその第2物体を載置できる。

【0018】

また、その可動ステージは、その被露光体としての第1基板(W1)を移動する第1可動ステージ(40A)と、その被露光体としての第2基板(W2)を移動する第2可動ステージ(40B)とを有し、その第1及び第2アライメント系はそれぞれその第1及び第2可動ステージに対応して2組設けられることが望ましい。このようにダブル・ステージ構成とすることによって、露光工程のスループットを高めることができる。

【0019】

また、その搬送系を収納する搬送室(70)と、そのステージ室(38)とその搬送室(70)との間の空間を外気から実質的に隔離する可撓性を有する被覆部材(18F, 18G)と、そのステージ室及びその搬送室内にその露光ビームを透過する気体を供給する気体供給装置(4~6)とを有することが望ましい。

次に、本発明の第3の露光方法は、露光ビームで第1物体(R1)を介して第2物体(W1)を露光する露光方法において、位置決め用の可動ステージ(40A)上にその第2物体を搬送する途中で、その第2物体の搬送系(WLDA)に対する位置決めを行うものである。斯かる本発明によれば、例えば露光のためにその第2物体の移動を行う可動ステージ(40A)をモジュール方式で組み立てる場合に、その可動ステージとその搬送系との位置関係が比較的大きくずれても、その第2物体はその搬送系に対して比較的高精度に位置決めされる。従って、その第2物体を全体としてほぼ正確な位置関係でその可動ステージ側に受け渡すことができる。

【0020】

また、本発明の第2の露光装置は、露光ビームで第1物体(R1)を介して第2物体(W1)を露光する露光装置において、その第2物体の位置決めを行う可動ステージ(40A)と、この可動ステージ上にその第2物体を搬送する搬送系(WLDA)とを有し、その搬送系は、外部からその第2物体を取り込むために

2 以上の変位の自由度を有するハンドリング機構（79A）と、このハンドリング機構に保持されているその第2物体の外形の位置情報を検出する外形検出系（83A, 84A）と、そのハンドリング機構から受け渡されたその第2物体をその可動ステージの方向に向けて搬送するために1 以上の変位の自由度を有するアーム機構（77A, 86A）とを有するものである。これによって、本発明の第3の露光方法を実施できる。

【0021】

この場合、一例としてそのハンドリング機構は、回転台（82）と、この回転台上に回転自在に固定された第1ハンド部材（81）と、この第1ハンド部材の先端部に回転自在に設けられて先端部にその第2物体が保持される第2ハンド部材（80）とを有し、そのアーム機構は、その第2物体を保持するアーム部材（77A）と、このアーム部材をその可動ステージの方向に駆動する駆動装置（86A）とを有するものである。

【0022】

また、その可動ステージを気密性を有するステージ室（38）内に収納し、そのハンドリング機構を気密性を有する第1搬送室（73）内に収納し、そのアーム機構を気密性を有する第2搬送室（72A）内に収納し、その第1搬送室とその第2物体の搬送ラインとの間、その第1搬送室とその第2搬送室との間、及びその第2搬送室とそのステージ室との間にそれぞれ開閉自在の開口を設けることが望ましい。

【0023】

次に、本発明の第4の露光方法は、露光ビームで第1物体（R1）を介して第2物体（W2）を露光する露光方法において、露光位置を含む第1領域でその第2物体としての第1基板（W1）の位置計測及び露光を行うのと並行して、アライメント位置を含む第2領域でその第2物体としての第2基板（W2）の位置計測を行った後、その第1基板とその第2基板とを交換するようにその第1領域にその第2基板を移動して、この第2基板の位置計測及び露光を行うものである。

【0024】

斯かる本発明によれば、その第1基板及び第2基板の移動は、例えばモジュー

ル方式で組み立てたステージ系で行うことができる。この際に、その第1基板とその第2基板とを交換して露光を行う方式とすることによって、ステージ系を小型化してフットプリント（設置面積）を小さくできる。

また、本発明の第3の露光装置は、露光ビームで第1物体（R1）を介して第2物体を露光する露光装置において、その第2物体としての第1基板（W1）が載置される第1可動ステージ（40A）と、その第2物体としての第2基板（W2）が載置される第2可動ステージ（40B）と、露光位置を含む第1領域でその第1可動ステージ又はその第2可動ステージの位置計測を行う第1計測系（144A, 144B）と、その第1領域でその第1可動ステージ又はその第2可動ステージの駆動を行う第1駆動系（145A, 146A, 147A）と、アライメント位置を含む第2領域でその第1可動ステージ又はその第2可動ステージの位置計測を行う第2計測系（144A, 144C）と、その第2領域でその第1可動ステージ又はその第2可動ステージの駆動を行う第2駆動系（145B, 146B, 147B）と、その第1駆動系とその第2駆動系との間でその第1可動ステージの少なくとも一部とその第2可動ステージの少なくとも一部との交換を行うステージ交換系（149A, 149B）とを有するものである。斯かる露光装置によれば、その第1可動ステージ（又はその第1基板の保持部）と第2可動ステージ（又はその第2基板の保持部）とを交換して、その第2基板をその露光位置に移動することによって、本発明の第4の露光方法を実施できる。

【0025】

また、本発明の第4の露光装置は、露光ビームで第1物体（R1）を介して第2物体（W1）を露光する露光装置において、その第2物体の位置決めを行う可動ステージ（40A）と、その第1物体のパターンの像をその第2物体上に投影する投影系（PL）と、その第2物体上の位置合わせ用マークの位置を検出するマーク検出系（27A）と、このマーク検出系に一体的に配置されて、所定の参照部材を基準としてその可動ステージの所定方向の位置を計測する第1計測系（161A）とを有するものである。この露光装置は、例えばレーザ干渉計よりなる第1計測系をマーク検出系（27A）と一体的に配置しているため、計測システムが小型化でき、例えばモジュール方式のステージ系に容易に組み込むことが

できる。

【 0 0 2 6 】

この場合、その参照部材は投影系（P L）であることが望ましい。これによって、露光位置を基準としてその所定方向においてその可動ステージの位置を計測できる。

また、その可動ステージがダブル・ステージ方式である場合、そのマーク検出系及びその第 1 計測系は 2 つの可動ステージに対応して 2 組（2 7 A， 2 7 B， 1 6 1 A， 1 6 1 B）設けられることが望ましい。これによって、スループットが向上する。

【 0 0 2 7 】

次に、本発明による第 5 の露光装置は、露光ビームで第 1 物体（R 1）及び投影系（P L）を介して第 2 物体（W 1）を露光する露光装置において、1 個又は複数個の防振台（3 4）を介して支持されるベース部材（3 5）と、このベース部材上に移動自在に載置されてその第 1 物体を駆動する可動ステージ（2 4）と、この可動ステージのガイド面とその投影系との相対変位を検出する検出系（5 5 A～5 5 C）とを有し、その検出系の検出結果に基づいてその防振台を制御するものである。斯かる露光装置によれば、その可動ステージを例えばモジュール方式で組み立てた場合に、その可動ステージとその投影系との相対位置を所定の状態に維持できるため、高い露光精度（位置決め精度、重ね合わせ精度等）が得られる。

【 0 0 2 8 】

また、本発明の第 6 の露光装置は、露光ビームで第 1 物体及び投影系を介して第 2 物体を露光する露光装置において、ベース部材（3 2， 3 3， 3 9）と、このベース部材上に移動自在に載置されてその第 2 物体を駆動する可動ステージ（4 0 A， 4 0 B）と、この可動ステージを収納するステージ室（3 8）と、そのベース部材上に 1 個又は複数個の防振台（3 6）を介して配置されてその投影系を支持する支持板（3 7）と、このステージ室とその投影系との相対変位を検出する検出系（5 8 A～5 8 C）とを有し、その検出系の検出結果に基づいてその防振台を制御するものである。斯かる露光装置においても、その可動ステージを

例えばモジュール方式で組み立てた場合に、その気密室、ひいてはその可動ステージとその投影系との相対位置を所定の状態に維持できるため、高い露光精度（位置決め精度、重ね合わせ精度等）が得られる。

【 0 0 2 9 】

また、本発明の第 7 の露光装置は、露光ビームで第 1 物体及び投影系を介して第 2 物体を露光する露光装置において、その第 1 物体又はその第 2 物体を駆動する可動ステージ（2 4 ; 4 0 A）と、その可動ステージを収納する気密室（2 3 ; 3 8）と、この気密室に少なくとも一部が設けられ、その可動ステージの位置情報又は速度情報を検出する第 1 干渉計（2 5 X ; 4 9 A X）と、この第 1 干渉計のその気密室に設けられた部分とその投影系との変位を検出する第 2 干渉計（5 4 X ; 5 7 A X）とを有するものである。斯かる露光装置においても、その可動ステージを例えばモジュール方式で組み立てた場合に、その可動ステージとその投影系との相対位置を高精度に計測できるため、高い露光精度（位置決め精度、重ね合わせ精度等）が得られる。

【 0 0 3 0 】

更に、この場合、その第 1 干渉計の計測値を ΔA 、その第 2 干渉計の計測値を A とすると、その可動ステージのその投影系を基準とした位置 B は、次のように両計測値を加算することで求めることができる。

$$B = A + \Delta A \quad \dots (1)$$

また、本発明のデバイス製造方法は、本発明のいずれかの露光方法を用いてマスクパターン（R 1, R 2）をワークピース（W 1, W 2）上に転写する工程を含むものである。本発明によって低コスト、又は高いスループットで各種デバイスが製造できる。

【 0 0 3 1 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態の一例につき図面を参照して説明する。本例はステップ・アンド・スキャン方式よりなる走査露光方式の投影露光装置に本発明を適用したものである。

図 1 は、本例の投影露光装置を示す正面図、図 2 はその投影露光装置を示す側

面図であり、この図 1 及び図 2 において、一例として本例の投影露光装置の大部分は半導体製造工場の床 1 上のクリーンルーム内に設置され、その階下の機械室の準クリーンルーム内の床 2 上にその投影露光装置の露光光源 3 が設置されている。露光光源 3 としては、A r F エキシマレーザ光源（波長 1 9 3 n m）が使用されるが、それ以外の F₂ レーザ光源（波長 1 5 7 n m）、K r₂ レーザ光源（波長 1 4 6 n m）、Y A G レーザの高調波発生装置、半導体レーザの高調波発生装置等の真空紫外光（本例では波長 2 0 0 n m 以下の光）を発生する光源も使用することができる。但し、露光光源 3 として K r F エキシマレーザ光源（波長 2 4 8 n m）や水銀ランプ（i 線等）等を使用する場合にも本発明が適用できる。

【 0 0 3 2 】

本例のように露光ビームとして真空紫外光を使用する場合、真空紫外光は、通常の大気中に存在する酸素、水蒸気、炭化水素系ガス（二酸化炭素等）、有機物、及びハロゲン化物等の吸光物質（不純物）によって大きく吸収されるため、露光ビームの減衰を防止するためには、これらの吸光物質の気体の濃度を露光ビームの光路上で平均的に 1 0 p p m ~ 1 0 0 p p m 程度以下に抑えることが望ましい。そこで本例では、その露光ビームの光路上の気体を、露光ビームが透過する気体、即ち窒素（N₂）ガス、又はヘリウム（H e）、ネオン（N e）、アルゴン（A r）、クリプトン（K r）、キセノン（X e）、若しくはラドン（R n）よりなる希ガス等の露光ビームに対して高透過率で化学的に安定であると共に、吸光物質が高度に除去された気体（以下、「パージガス」とも呼ぶ。）で置換する。窒素ガス及び希ガスをまとめて不活性ガスとも呼ぶ。

【 0 0 3 3 】

なお、その吸光物質（不純物）の濃度（又はその許容値）は、露光ビームの光路上に存在する吸光物質の種類に応じて異ならせてもよく、例えば有機系の吸光物質の濃度を 1 ~ 1 0 p p m 程度以下として最も厳しく管理し、それに続いて水蒸気、及びその他の物質に順にその濃度を緩くしてもよい。

また、窒素ガスは、真空紫外域中でも波長 1 5 0 n m 程度までは露光ビームが透過する気体（パージガス）として使用することができるが、波長が 1 5 0 n m 程度以下の光に対してはほぼ吸光物質として作用するようになる。そこで、波長

が 1 5 0 n m 程度以下の露光ビームに対するパージガスとしては希ガスを使用することが望ましい。また、希ガスの中では屈折率の安定性、及び高い熱伝導率等の観点より、ヘリウムガスが望ましいが、ヘリウムは高価であるため、運転コスト等を重視する場合には他の希ガスを使用してもよい。また、パージガスとしては、単一の種類の気体を供給するだけでなく、例えば窒素とヘリウムとを所定比で混合した気体のような混合気体を供給するようにしてもよい。

【 0 0 3 4 】

そして、本例では屈折率の安定性（結像特性の安定性）、及び高い熱伝導率（高い冷却効果）等を重視して、そのパージガスとしてヘリウムガスを使用するものとする。また、ヘリウムガスを使用する場合には、屈折率の揺らぎが小さくなるため、レーザ干渉計やアライメントセンサ等の各種センサの計測精度も向上する。そのため、床 2 上には、投影露光装置及びこれに付属する装置内の複数の気密室に対して高純度のパージガスを供給し、それらの気密室を流れた気体を回収して再利用するための気体供給装置の本体部が設置されている。更に本例では、各ステージ系で使用されるエアーベアリング（エアーパッド）で緩衝用に使われる気体としてもそのパージガスと同じ気体が使用されると共に、各ステージ系等の計測システムとして使用されるレーザ干渉計の計測ビームの光路にもそのパージガスと同じ気体が供給されている。この際に、その計測ビームの光路上の気体（パージガス）の屈折率を計測する機構が備えられており、この計測値に基づいてそのレーザ干渉計の計測値の補正が行われる。

【 0 0 3 5 】

また、同一の吸光物質（不純物）であっても複数の気密室でその濃度（上限値）を異ならせてもよく、例えば投影光学系と照明光学系とでその濃度を最も厳しく管理し、他の気密室などでその濃度を緩くしてもよい。このとき、投影光学系と照明光学系との少なくとも一方に供給されるパージガスの少なくとも一部を、引き続いて吸光物質の濃度が緩い他の気密室、例えばステージ室または前述のエアーパッドなどに供給するように構成してもよい。さらに、この構成により下流側に配置される他の気密室などで吸光物質の濃度がその上限値を超え得るときは、パージガスから吸光物質を取り除くケミカルフィルタを他の気密室などの手前

に設けてもよい。

【 0 0 3 6 】

その気体供給装置の本体部は、図 2 に示すように、真空ポンプを含み不純物を含むパージガスを回収する回収装置 4、高純度のパージガスを蓄積する蓄積装置 6、及びパージガスを温度調整して外部に供給する給気装置 5 等から構成されている。回収装置 4 は、排気管 7 A を介して所望の気密室内の気体を僅かに低い気圧でほぼ定常的な流れによるガスフロー制御によって吸引し、吸引された気体からパージガスを分離して、分離したパージガスを一時的に蓄積し、必要に応じてその蓄積されたパージガスを配管 7 B を介して給気装置 5 に供給する。蓄積装置 6 は、この内部に高圧に圧搾されるか、又は液化して蓄積されたパージガスを必要に応じて配管 7 C を介して給気装置 5 に供給する。給気装置 5 は、配管 7 B 及び 7 C を介して供給されるパージガスの温度を調整し、H E P A フィルタ (high efficiency particulate air-filter) 等の除塵フィルタや微量な有機物質等を含む上記の吸光物質を除去するためのケミカルフィルタ等を含むフィルタ部によりそのパージガスから上記の吸光物質等を除去する。そして、給気装置 5 は、その温度調整されて除塵されたパージガスを大気圧よりも僅かに高い気圧（陽圧）で給気管 7 D を介して所望の気密室に供給する。

【 0 0 3 7 】

なお、その回収装置 4 で回収したパージガスは、有機系の吸光物質などの濃度を比較的緩く管理してもよい気密室、例えばレチクルローダ系やウエハローダ系が収納される気密室にのみ供給するようにして、露光ビームが通過する気密室内には常に蓄積装置 6 から供給される新しいパージガスを供給するようにしてもよい。これによって、パージガスの利用効率を高めた上で、各気密室毎に吸光物質の濃度をその設定濃度に精度良く制御することが可能となる。

【 0 0 3 8 】

なお、本実施形態では露光装置に供給されるパージガスを回収することを前提としているが、例えばパージガスの種類などによってはその回収機構を設けなくてもよい。

以下、本例の投影露光装置の構成につき詳細に説明する。先ず図 2 において、

床 2 上の露光光源 3 から射出された露光ビームとしての波長 1 9 3 n m のパルスレーザ光よりなる露光光（露光用の照明光）I L は、補助チャンバ 8 内のミラーを経て上方に反射されて、その上の床 1 上の第 1 サブチャンバ 9 内のビームマッチングユニット（不図示）によって光軸が調整されて第 1 照明系 I S 1 に入射する。この第 1 照明系 I S 1 において、露光光 I L はビーム整形光学系（不図示）によって断面形状が整形されて、透過率を切り換えることができる減光フィルタ部（不図示）によってパルスエネルギーが調整されて、照度分布均一化用のオプティカル・インテグレータ（ユニフォマイザ、又はホモジナイザ）としてのフライアイレンズ 1 0 に入射する。

【 0 0 3 9 】

フライアイレンズ 1 0 の射出面は、後続の光学系によって被照明体としてのレチクル R 1（又は R 2）のパターン面（以下、「レチクル面」という）に対して光学的なフーリエ変換面（照明光学系の瞳面）に合致するように配置されている。この瞳面には、露光光の開口数を決定するための絞り切り換え部材 1 1 が配置され、この絞り切り換え部材 1 1 には、通常照明用の開口絞り、小さいコヒーレンスファクタ（ σ 値）用の開口絞り、輪帯照明用の開口絞り、複数の開口を持つ変形照明用の開口絞り等からなる複数の照明系の開口絞り（ σ 絞り）が交換自在に配置されており、装置全体の動作を統轄制御する主制御系（不図示）の制御によって、照明条件に応じた σ 絞りが露光光 I L の光路上に設置される。

【 0 0 4 0 】

なお、絞り切り換え部材 1 1 の代わりに、或いはそれと組み合わせて、回折光学素子、ズームレンズ、及びアキシコン（円錐プリズム）などの光学部材の少なくとも一つをオプティカル・インテグレータ（フライアイレンズ 1 0）よりも露光光源側に配置して、照明光学系の瞳面上での光量分布を可変とするようにしてもよい。これによって、露光光 I L の利用効率を高めることができる。

【 0 0 4 1 】

その σ 絞りを通過した露光光 I L は、第 1 リレーレンズ系 1 2 を経て反射率が大きく透過率の小さいビームスプリッタ 1 3 に入射し、ビームスプリッタ 1 3 を透過した光は光電検出器よりなるインテグレータセンサ 1 4 で受光され、このイ

ンテグレータセンサ 1 4 の検出信号に基づいて、ウエハ上で適正露光エネルギーが得られるように露光光 I L のパルスエネルギーが制御される。一方、ビームスプリッタ 1 3 で反射された露光光 I L は、ほぼ水平に第 1 の照明系 I S 1 の射出面に配置された可動視野絞り 1 5 に入射する。可動視野絞り 1 5 の配置面は、レチクル面とほぼ共役であり、この可動視野絞り 1 5 は、被露光基板としてのウエハ W 1 (又は W 2) の各ショット領域への走査露光の開始時及び終了時に、本来の回路パターン以外のパターンが露光されないように視野を開閉する役割を果たす。視野の開閉時に振動を発生する恐れのある可動視野絞り 1 5 が配置された第 1 照明系 I S 1 は、露光本体部とは別体として第 1 サブチャンバ 9 内に支持されているため、露光本体部での露光精度 (重ね合わせ精度、転写忠実度等) が向上する。

【 0 0 4 2 】

なお、可動視野絞り 1 5 は、走査露光の開始時及び終了時にその視野を開閉する、即ち走査方向に関する視野の幅を変更するだけでなく、走査露光に先立ち、転写対象の回路パターンの非走査方向に関する大きさに応じて、その視野の非走査方向の幅を変更できるようにも構成されている。整形光学系 (不図示) ~ 可動視野絞り 1 5 より第 1 照明系 I S 1 が構成され、第 1 照明系 I S 1 は気密性の高い箱状の第 1 サブチャンバ 9 内に収納されている。

【 0 0 4 3 】

可動視野絞り 1 5 を通過した露光光 I L は、露光本体部のフレーム機構に取り付けられた第 2 サブチャンバ 1 9 内の第 2 照明系 I S 2 に入射する。第 2 照明系 I S 2 の入射面、即ちレチクル面との共役面から所定量だけデフォーカスした面には固定視野絞り 2 0 が配置され、固定視野絞り 2 0 には、そのレチクル面での照明領域を走査方向に直交する非走査方向に細長いスリット状の領域に規定するための開口が形成されている。固定視野絞り 2 0 を通過した露光光 I L は、第 2 照明系 I S 2 内の第 2 リレーレンズ系 2 1 A、レンズ系 2 1 B、光路折り曲げ用のミラー 2 2、及びコンデンサレンズ系 2 1 C を経てマスクとしてのレチクル R 1 のパターン面の照明領域を照明する。固定視野絞り 2 0 ~ コンデンサレンズ系 2 1 C より第 2 照明系 I S 2 が構成され、第 2 照明系 I S 2 は気密性の高い箱状

の第2サブチャンバ19内に収納されている。第1照明系IS1及び第2照明系IS2より照明光学系が構成されている。なお、固定視野絞り20は、前述したレチクル面との共役面からデフォーカスした面ではなく、レチクル面から所定間隔だけ離れた面に配置するようにしてもよい。

【0044】

また、オプティカル・インテグレータとしては、フライアイレンズ10の代わりにロッドレンズ（内面反射型インテグレータ）を用いてもよく、このロッドレンズではその射出面がレチクルのパターン面と実質的に共役となる。そのため、その射出面に近接して固定視野絞り20及び可動視野絞り15の少なくとも一方を配置するようにしてもよい。

【0045】

図1において、その露光光ILのもとで、レチクルR1（又はR2）の照明領域内のパターンの像は、投影系としての投影光学系PLを介して投影倍率 β （ β は、 $1/4$ 倍又は $1/5$ 倍等）で、感光基板（感応基板又は被露光基板）としてのフォトリソが塗布されたウエハ（wafer）W1（又はW2）上のスリット状の露光領域に投影される。この状態でレチクルR1及びウエハW1を投影倍率 β を速度比として所定の走査方向に同期移動することで、ウエハW1上の一つのショット領域にレチクルR1のパターン像が転写される。この露光に際して、複数枚のレチクルのパターンの像をステップ・アンド・スティッチ方式で継ぎ合わせながら露光してもよい。レチクルR1、R2及びウエハW1、W2がそれぞれ本発明の第1物体及び第2物体に対応しており、ウエハW1、W2は例えば半導体（シリコン等）又はSOI（silicon on insulator）等の直径が200mm又は300mm等の円板状の基板である。また、レチクルR1、R2及びウエハW1、W2を共通に被露光体とみなすことも可能である。

【0046】

投影光学系PLとしては、例えば国際公開(WO) 00/39623号に開示されているように、1本の光軸に沿って複数の屈折レンズと、それぞれ光軸の近傍に開口を有する2つの凹面鏡とを配置して構成される直筒型の反射屈折系や、1本の光軸に沿って屈折レンズを配置して構成される直筒型の屈折系等を使用することがで

きる。更に、投影光学系 P L としては、例えば特願 2 0 0 0 - 5 9 2 6 8 に開示されているように、レチクルからウエハに向かう光軸を持つ光学系と、その光軸に対してほぼ直交する光軸を持つ反射屈折光学系とを有し、内部で中間像を形成する反射屈折系、又は双筒型の反射屈折系等を使用してもよい。以下、投影光学系 P L の光軸 A X に平行に Z 軸を取り、Z 軸に垂直な平面（本例ではほぼ水平面に合致している）内で走査露光時のレチクル R 1 及びウエハ W 1 の走査方向（即ち、図 1 の紙面に垂直な方向）に沿って Y 軸を取り、非走査方向（即ち、図 1 の紙面に平行な方向）に沿って X 軸を取って説明する。

【 0 0 4 7 】

ここで、本例のレチクル R 1, R 2 を支持するステージ系、投影光学系 P L、及びウエハ W 1, W 2 を支持するステージ系を含む露光本体部の全体の構成につき説明する。即ち、床 1 上にほぼ正方形の頂点に配置された 4 箇所の防振台 3 1 A ~ 3 1 D（3 箇所等でもよい）を介して剛性の高い定盤 3 2 が設置され、定盤 3 2 の中央部にウエハベース 3 9 が設置され、定盤 3 2 及びウエハベース 3 9 を第 1 ベース部材とみなすことができる。そして、定盤 3 2 上に電気式の水準器（不図示）が設置されており、防振台 3 1 A ~ 3 1 D はそれぞれエアーダンパ又は油圧式のダンパ等の大重量に耐える機械式のダンパと、ボイスコイルモータ等のアクチュエータよりなる電磁式のダンパとを含む能動型の防振装置である。一例としてその水準器で検出される定盤 3 2 の上面の水平面に対する傾斜角（2 軸の回りの傾斜角）が許容範囲内に収まるように、4 箇所の防振台 3 1 A ~ 3 1 D 中の電磁式のダンパが駆動され、必要に応じて機械式のダンパの空気圧又は油圧等が制御される。この場合、機械的なダンパによって、床からの高い周波数の振動は露光本体部に伝わる前に減衰され、残存している低い周波数の振動は電磁的なダンパによって減衰される。なお、その水準器の代わりに、例えば光学的に対応する部材の傾きを検出する検出器（例えばレーザ干渉計）、又は静電容量式のセンサ等を使用してもよい。

【 0 0 4 8 】

定盤 3 2 の上面にほぼ正方形の頂点に位置するように 4 本のコラム 3 3 が固定され、4 本のコラム 3 3 の上面に 4 箇所の防振台 3 4 を介して、中央部に露光光

I L を通過する開口が設けられた支持板 3 5 が固定されている。なお、防振台 3 4 は防振台 3 1 A ~ 3 1 D と同一構成（但し、耐荷重は小さい）の能動型の防振装置であり、コラム 3 3 及び防振台 3 4、並びに防振台 3 1 A ~ 3 1 D をほぼ正三角形の頂点に位置するように 3 箇所配置するようにしてもよい。図 2 に示すように、支持板 3 5 上に第 2 照明系 I S 2 が収納された第 2 サブチャンバ 1 9 が設置されている。

【 0 0 4 9 】

図 1 に戻り、支持板 3 5 は第 2 ベース部材ともみなすことができ、その上面は平面度の極めて良好なガイド面に仕上げられ、そのガイド面上にレチクルステージ 2 4 がエアーベアリングを介して円滑に 2 次元的に摺動自在に載置され、レチクルステージ 2 4 上にレチクル R 1 が真空吸着等によって保持されている。図 2 に示すように、レチクルステージ 2 4 上のレチクル R 1 の走査方向 S D に隣接する領域に別のレチクル R 2 が保持されており、例えば二重露光などが効率的に実行できるように構成されている。このように本例のレチクルステージ 2 4 は、ダブルホルダ方式であるが、各レチクル毎に可動ステージを用いるダブルステージ方式を採用してもよいし、或いは 1 枚のレチクルを保持するシングルステージ方式を採用してもよい。

【 0 0 5 0 】

レチクルステージ 2 4 は、例えばレチクル R 1, R 2 を保持する微動ステージと、これを囲む枠状の粗動ステージとから構成されており、後者の粗動ステージを不図示のリニアモータによって Y 方向（走査方向）に駆動し、前者の微動ステージを例えば 3 個のアクチュエータによって粗動ステージに対して X 方向、Y 方向、回転方向に微動することによって、レチクル R 1, R 2 を + Y 方向又は - Y 方向に所望の走査速度で高精度に駆動すると共に、同期誤差を補正することができる。この際に、レチクルステージ 2 4 は、不図示の駆動部材を用いて Y 方向に対して運動量保存則を満たすように駆動されて、走査露光時に振動が殆ど発生しないように構成されている。また、レチクルステージ 2 4 の X 方向の位置情報を検出するためにレーザ干渉計よりなる X 軸のレチクル干渉計 2 5 X が配置され、レチクルステージ 2 4 の Y 方向の位置情報を検出するために図 2 に示すように Y

軸のレチクル干渉計 2 5 Y が配置されている。レチクル干渉計 2 5 X, 2 5 Y はそれぞれ内部の参照鏡（不図示）を基準としてレチクルステージ 2 4 の位置を計測すると共に、それぞれ複数軸の干渉計を備えており、これらによってレチクルステージ 2 4 の X 軸の回りの回転角（ピッチング量）、Y 軸の回りの回転角（ローリング量）、及び Z 軸の回りの回転角（ヨーイング量）も計測されている。

【 0 0 5 1 】

本例では、レチクルステージ 2 4（可動ステージに対応する）、この駆動装置（不図示）、レチクル干渉計 2 5 X, 2 5 Y 等からレチクルステージ系 R S T が構成され、レチクルステージ系 R S T は気密性の高い箱状のレチクル室 2 3（第 1 ステージ室）に覆われており、レチクル室 2 3 の上板の中央部に露光光 I L を通過させる窓部が形成されている。そして、レチクル干渉計 2 5 X, 2 5 Y によってレチクル室 2 3 に対するレチクルステージ 2 4（レチクル R 1, R 2）の位置関係（X 方向、Y 方向への位置、及び回転角）が計測されており、レチクル干渉計 2 5 X, 2 5 Y の一部はそれぞれレチクル室 2 3 の側面に埋め込まれている。レチクル干渉計 2 5 X, 2 5 Y の背面にはコーナキューブ型の移動鏡が設けられている。なお、レチクル干渉計 2 5 X, 2 5 Y はその全てのユニットがレチクル室 2 3 内に収納されていなくともよい。即ち、レチクル干渉計 2 5 X, 2 5 Y の少なくとも一部、例えば一部の光学素子をレチクル室 2 3 に設けるようにしてもよい。これは、後述のウエハ干渉計 4 9 A X 等についても同様である。

【 0 0 5 2 】

次に図 1 において、4 本のコラム 3 3 のほぼ中間の高さの 4 箇所の段差部に、防振台 3 6 を介して第 3 ベース部材としての支持板 3 7 が固定され、支持板 3 7 に設けられた U 字型の切り欠き部（不図示）に投影光学系 P L がフランジ部を介して設置されている。即ち、投影光学系 P L は支持板 3 7 に対して + Y 方向（図 2 の右方向）から出し入れできるように支持されている。防振台 3 6 は防振台 3 1 A ～ 3 1 D と同一構成（但し、耐荷重は小さい）の能動型の防振装置であり、コラム 3 3 を 3 箇所に配置する場合には、防振台 3 6 も 3 箇所に配置される。本例では、定盤 3 2、ウエハベース 3 9、コラム 3 3、防振台 3 4、支持板 3 5、防振台 3 6、及び支持板 3 7 の集合体（3 2 ～ 3 7）をフレーム機構とみなすこ

ととする。

【 0 0 5 3 】

そして、投影光学系 P L の上端部及び下端部には支持板 3 7 を挟むように、リング状の第 1 基準板 1 0 1 及び第 2 基準板 1 0 2 が固定され、支持板 3 7 の上面の端部にレーザ干渉計の光源部 5 9 が設置され、この光源部 5 9 から射出された波長安定化されたレーザビーム（例えば波長 6 3 3 n m の H e - N e レーザビーム）が、分岐光学系 6 0 によって複数軸（本例では約 1 1 軸）の計測用のレーザビームに分岐されている。その内の第 1 及び第 2 のレーザビームは、第 1 基準板 1 0 1 に X 方向に投影光学系 P L を挟むように配置された干渉計ユニット 5 5 B , 5 5 C に供給され、第 3 のレーザビームは第 1 基準板 1 0 1 の Y 方向の端部に配置された干渉計ユニット 5 5 A （図 2 参照）に供給されている。

【 0 0 5 4 】

干渉計ユニット 5 5 A ~ 5 5 C は、それぞれ内部の参照鏡とレチクル室 2 3 の底面部（支持板 3 5 の上面）に配置された平面鏡（通常の干渉計の移動鏡に対応する） 2 6 A ~ 2 6 C とにレーザビームを照射する光学系と、その参照鏡及び平面鏡からの 2 つのレーザビームの干渉光を光電変換する光電変換部と、この光電変換部からの光電変換信号よりその参照鏡に対するその平面鏡の Z 方向の変位量を例えば 1 0 n m ~ 1 0 0 n m 程度の分解能で求める信号処理部とを備えており、その変位量の情報が不図示の姿勢制御系に供給されている。以下に現れる干渉計ユニットも同様に構成されている。その姿勢制御系は、その 3 箇所（箇所）の平面鏡 2 6 A ~ 2 6 C の Z 方向の変位よりレチクルステージ 2 4 のガイド面の Z 方向への変位量、及び 2 軸の回り、即ち X 軸及び Y 軸の回りの傾斜角を求め、これらの変位量及び傾斜角が許容範囲内に収まるように、4 個の防振台 3 4 の電磁式のダンパの伸縮量を制御する。これによって、例えばレチクルステージ 2 4 を駆動する際の僅かな振動等によって支持板 3 5 が振動する場合に、その振動を高速に抑制することが可能となり、露光精度が向上する。

【 0 0 5 5 】

また、図 1 及び図 2 において、支持板 3 7 の上面の - X 方向の端部、及び + Y 方向の端部にそれぞれレーザ干渉計よりなるレチクル用の X 軸の干渉計ユニット

5 4 X、及び Y 軸の干渉計ユニット 5 4 Y が設置され、これらの干渉計ユニット 5 4 X、5 4 Y にも分岐光学系 6 0 で分岐された 2 本のレーザビームが供給されており、これらに対応して投影光学系 P L の X 方向及び Y 方向の側面に参照鏡 5 3 X 及び 5 3 Y が固定されている。この場合、干渉計ユニット 5 4 X、5 4 Y は主計測系の一部に対応しており、X 軸の干渉計ユニット 5 4 X は、参照鏡 5 3 X を基準として、レチクル干渉計 2 5 X の背面に固定されたコーナーキューブ型の移動鏡の X 方向への変位量を計測し、Y 軸の干渉計ユニット 5 4 Y は、参照鏡 5 3 Y を基準として、レチクル干渉計 2 5 Y の背面に固定されたコーナーキューブ型の移動鏡の Y 方向への変位量を計測し、計測値を不図示の主制御系に供給する。干渉計ユニット 5 4 X、5 4 Y は複数軸の計測軸を有しており、主制御系は供給された計測値に基づいて、投影光学系 P L を基準としてレチクル干渉計 2 5 X、2 5 Y、ひいてはレチクル室 2 3 の X 方向、Y 方向への位置ずれ量 ($\Delta X R 1$ 、 $\Delta Y R 1$) 及び回転角 $\Delta \theta R 1$ を算出する。

【 0 0 5 6 】

更に、レチクル干渉計 2 5 X、2 5 Y によって計測されるレチクル室 2 3 を基準とする、レチクルステージ 2 4 (レチクル R 1、R 2) の X 方向、Y 方向への位置 ($X R 1$ 、 $Y R 1$) 及び回転角 $\theta R 1$ も主制御系に供給されており、主制御系は以下の演算によって、投影光学系 P L を基準としたレチクルステージ 2 4 の X 方向、Y 方向への位置 ($X R 2$ 、 $Y R 2$) 及び回転角 $\theta R 2$ を算出する。

【 0 0 5 7 】

$$X R 2 = X R 1 + \Delta X R 1, Y R 2 = Y R 1 + \Delta Y R 1 \quad \cdots (2 A)$$

$$\theta R 2 = \theta R 1 + \Delta \theta R 1 \quad \cdots (2 B)$$

このように算出される位置 ($X R 2$ 、 $Y R 2$) 及び回転角 $\theta R 2$ に基づいて、主制御系はレチクルステージ 2 4 の位置及び速度を制御する。これによって、レチクルステージ 2 4 をレチクル室 2 3 内に密閉した構造でありながら、レチクルステージ 2 4 を投影光学系 P L を基準として高精度に駆動することができる。

【 0 0 5 8 】

また、ウエハのアライメントを行うために、投影光学系 P L の下端部の - X 方向及び + X 方向の側面に、マーク検出系としてのオフ・アクシス方式で結像方式

のアライメントセンサ 2 7 A 及び 2 7 B が固定されている。不図示であるが、レチクルステージ 2 4 の上方には、レチクルのアライメントを行うために、レチクルアライメント顕微鏡が配置されている。レチクルアライメント顕微鏡は、レチクル室 2 3 内にその全て又は一部が配置されていてもよいが、その全てをレチクル室 2 3 の外部に配置してもよい。そして、露光光と同一波長のアライメント光を用いるときには、レチクルアライメント顕微鏡のアライメント光の全ての光路をパージガスで置換しておくことが望ましい。

【 0 0 5 9 】

なお、アライメントセンサ 2 7 A, 2 7 B としては、結像方式以外に、回折格子状のマークから発生する少なくとも 1 対（例えば同次数）の回折光を干渉させて検出する 2 光束干渉方式（L I A 方式等）、又はドット状のマークとスリットビームとを相対走査させるレーザ・ステップ・アライメント方式（L S A 方式等）等のセンサを使用できる。

【 0 0 6 0 】

次に、図 1 及び図 2 において、定盤 3 2 上に固定されたウエハベース 3 9 の上面は平面度の極めて良好なガイド面に加工され、このガイド面に可動ステージとしての第 1 のウエハステージ 4 0 A 及び第 2 のウエハステージ 4 0 B が、それぞれエアベアリングを介して円滑に、かつ X 軸ガイド部材 4 1, 4 2 及び Y 軸ガイド部材 4 3 A, 4 3 B に沿って 2 次元的に摺動自在に載置され、ウエハステージ 4 0 A 及び 4 0 B 上にそれぞれ第 1 のウエハ W 1 及び第 2 のウエハ W 2 が真空吸着等によって保持されている。ウエハステージ 4 0 A, 4 0 B は、例えばリニアモータ方式で Y 方向に連続移動すると共に、X 方向及び Y 方向にステップ移動する。この際に、ウエハステージ 4 0 A, 4 0 B は、それぞれ X 軸ガイド部材 4 1, 4 2 及び Y 軸ガイド部材 4 3 A, 4 3 B が逆方向に移動することによって、X 方向、Y 方向に対して運動量保存則を満たすように駆動されて、ステップ移動時及び走査露光時に振動が殆ど発生しないように構成されている。

【 0 0 6 1 】

また、ウエハステージ 4 0 A, 4 0 B 内の Z レベリング機構（試料台）は、レベリング及びフォーカシングを行うためにウエハ W 1, W 2 の Z 方向への変位、

及び 2 軸の回り（即ち、X 軸及び Y 軸の回り）の傾斜ができるように構成されている。このように本例のウエハステージは、ダブル・ウエハステージ方式である。そして、ウエハステージ 4 0 A 及び 4 0 B の X 方向の位置情報を検出するために、図 1 に示すようにレーザ干渉計よりなる X 軸のウエハ干渉計 4 9 A X 及び 4 9 B X が対向するように配置され、ウエハステージ 4 0 A、4 0 B の Y 方向の位置情報を検出するために、図 2 に示すように Y 軸のウエハ干渉計 5 0 A Y が配置されている。Y 軸の干渉計としては実際には X 方向に所定間隔で 3 軸分が配置されている（詳細後述）。

【 0 0 6 2 】

ウエハ干渉計 4 9 A X、4 9 B X、5 0 A Y はそれぞれ内部の参照鏡（不図示）を基準としてウエハステージ 4 0 A、4 0 B の位置を計測すると共に、それぞれ複数軸の干渉計を備えており、これらによってウエハステージ 4 0 A、4 0 B の X 軸の回りの回転角（ピッチング量）、Y 軸の回りの回転角（ローリング量）、及び Z 軸の回りの回転角（ヨーイング量）も計測されている。なお、レチクルステージ 2 4 及びウエハステージ 4 0 A、4 0 B においては、アッベ誤差が生じる方向、又は計測誤差が所定の許容値を超える恐れのある方向（軸）のみでその回転角（ピッチング量又はローリング量）を計測可能としてもよい。

【 0 0 6 3 】

本例では、ウエハステージ 4 0 A、4 0 B、この駆動装置（X 軸ガイド部材 4 1、4 2、Y 軸ガイド部材 4 3 A、4 3 B 等）、ウエハ干渉計 4 9 A X、4 9 B X、5 0 A Y 等からウエハステージ系 W S T が構成され、ウエハステージ系 W S T は気密性の高い箱状のウエハ室 3 8（第 2 ステージ室）に覆われており、ウエハ室 3 8 の上板の中央部の開口に投影光学系 P L の先端部が差し込まれている。そして、ウエハ干渉計 4 9 A X、4 9 B X、5 0 A Y によってウエハ室 3 8 に対するウエハステージ 4 0 A、4 0 B（ウエハ W 1、W 2）の位置関係（X 方向、Y 方向への位置、及び回転角）が計測されており、ウエハ干渉計 4 9 A X、4 9 B X、5 0 A Y の一部はそれぞれウエハ室 3 8 の側面に埋め込まれている。

【 0 0 6 4 】

次に図 1 及び図 2 において、分岐光学系 6 0 によって分岐された複数のレーザ

ビームの内の第 6 及び第 7 のレーザビームは、第 2 基準板 1 0 2 に X 方向に投影光学系 P L を挟むように配置された干渉計ユニット 5 8 B, 5 8 C に供給され、第 8 のレーザビームは第 2 基準板 1 0 2 の Y 方向の端部に配置された干渉計ユニット 5 8 A に供給されている。

【 0 0 6 5 】

これらの干渉計ユニット 5 8 A ~ 5 8 C は、それぞれ内部の参照鏡に対してウエハ室 3 8 の上面に配置された平面鏡（通常の干渉計の移動鏡に対応する）の Z 方向への変位量、即ちウエハステージ 4 0 A, 4 0 B に対する投影光学系 P L の Z 方向への変位量を計測し、その変位量の情報が不図示の姿勢制御系に供給されている。その姿勢制御系は、その 3 箇所での Z 方向の変位より投影光学系 P L の Z 方向への変位量、及び 2 軸の回り、即ち X 軸及び Y 軸の回りの傾斜角を求め、これらの変位量及び傾斜角が許容範囲内に収まるように、4 個の防振台 3 6 の電磁式のダンパの伸縮量を制御する。これによって、例えば外部からの僅かな振動によって支持板 3 7（投影光学系 P L）が振動する場合に、その振動を高速に抑制することが可能となり、露光精度が向上する。

【 0 0 6 6 】

また、図 1 及び図 2 において、支持板 3 7 の底面の土 X 方向の端部、及び + Y 方向の端部にそれぞれレーザ干渉計よりなるウエハ用の X 軸の干渉計ユニット 5 7 A X, 5 7 B X、及び Y 軸の干渉計ユニット 5 7 Y が設置され、これらの干渉計ユニット 5 7 A X, 5 7 B X, 5 7 Y にも分岐光学系 6 0 で分岐された 3 本のレーザビームが供給されており、これらに対応して投影光学系 P L の X 方向及び Y 方向の側面に参照鏡 5 6 A X, 5 6 B X 及び 5 6 Y が固定されている。この場合、干渉計ユニット 5 7 A X, 5 7 B X, 5 7 Y は主計測系の一部に対応しており、X 軸の干渉計ユニット 5 7 A X, 5 7 B X は、それぞれ参照鏡 5 6 A X, 5 6 B X を基準として、ウエハ干渉計 4 9 A X, 4 9 B X の背面に固定されたコーナーキューブ型の移動鏡の X 方向への変位量を計測し、Y 軸の干渉計ユニット 5 7 Y は、参照鏡 5 6 Y を基準として、ウエハ干渉計 5 0 A Y の背面に固定されたコーナーキューブ型の移動鏡の Y 方向への変位量を計測し、計測値を不図示の主制御系に供給する。干渉計ユニット 5 7 A X, 5 7 B X, 5 7 Y は複数軸の計測

軸を有しており、主制御系は供給された計測値に基づいて、投影光学系 P L を基準としてウエハ干渉計 4 9 A X, 5 0 A Y の位置ずれ量、ひいてはウエハ室 3 8 の X 方向、Y 方向への位置ずれ量 ($\Delta X W 1$, $\Delta Y W 1$) 及び回転角 $\Delta \theta W 1$ を算出する。これと並列にウエハ干渉計 4 9 B X, 5 0 A Y の X 方向、Y 方向への位置ずれ量 ($\Delta X W 2$, $\Delta Y W 2$) 及び回転角 $\Delta \theta W 2$ も算出する。

【 0 0 6 7 】

更に、一方のウエハ干渉計 4 9 A X, 5 0 A Y によって計測されるウエハ室 3 8 を基準とする、第 1 のウエハステージ 4 0 A (ウエハ W 1) の X 方向、Y 方向の位置 ($X W 1$, $Y W 1$) 及び回転角 $\theta W 1$ も主制御系に供給されており、主制御系は以下の演算によって、投影光学系 P L を基準としたウエハステージ 4 0 A の X 方向、Y 方向の位置 ($X W 3$, $Y W 3$) 及び回転角 $\theta W 3$ を算出する。

【 0 0 6 8 】

$$X W 3 = X W 1 + \Delta X W 1, \quad Y W 3 = Y W 1 + \Delta Y W 1 \quad \cdots (3 A)$$

$$\theta W 3 = \theta W 1 + \Delta \theta W 1 \quad \cdots (3 B)$$

このように算出される位置 ($X W 3$, $Y W 3$) 及び回転角 $\theta W 3$ に基づいて、主制御系はウエハステージ 4 0 A の位置及び速度を制御する。同様に、他方のウエハ干渉計 4 9 B X, 5 0 A Y によって計測される、ウエハ室 3 8 を基準とする第 2 のウエハステージ 4 0 B (ウエハ W 2) の X 方向、Y 方向の位置 ($X W 2$, $Y W 2$) 及び回転角 $\theta W 2$ を、上記の位置ずれ量 ($\Delta X W 2$, $\Delta Y W 2$) 及び回転角 $\Delta \theta W 2$ で補正して得られる座標に基づいて、第 2 のウエハステージ 4 0 B の位置及び速度が制御される。これによって、ウエハステージ 4 0 A, 4 0 B をウエハ室 3 8 内に密閉した構造でありながら、ウエハステージ 4 0 A, 4 0 B を投影光学系 P L を基準として高精度に駆動することができる。

【 0 0 6 9 】

更に、既に説明したようにレチクル室 2 3 内のレチクルステージ 2 4 も投影光学系 P L を基準として高精度に駆動されているため、本例のレチクル室 2 3 内のレチクルステージ 2 4 と、ウエハ室 3 8 内のウエハステージ 4 0 A, 4 0 B とは共に投影光学系 P L を基準として、即ち同一の基準に基づいて相対的な位置関係を高精度に保ちながら駆動される。これによって、レチクル R 1, R 2 のパター

ン像をウェハW1, W2上に露光する際に高い露光精度（重ね合わせ精度、転写忠実度等）が得られる。また、本例のウェハステージ系WSTはダブル・ウェハステージ方式であり、例えば第1のウェハステージ40A側でウェハW1に対する走査露光中に、第2のウェハステージ40B側でウェハW2の交換及びアライメントを行うことができるため、高いスループットが得られる。

【0070】

なお、上記のレチクル室23の外部の干渉計ユニット54X, 54Y、及びウェハ室38の外側の干渉計ユニット57AX, 57BX, 57Y等の光路は、実際には不図示の円筒型のカバーで密閉されており、その内部にパージガスが供給されている。

また、図1の光源部59は、この光源部59からの熱が投影光学系PLに伝わるのを防止するために、断熱材を介して支持板37に設けてもよい。更に、熱の影響を低減するために、光源部59を例えば露光本体部の外部に設置してもよい。これは干渉計ユニットのレシーバ（受光素子）なども同様である。また、光源部59は一つではなく、例えばレチクル室23（レチクルステージ系RST）用とウェハ室38（ウェハステージ系WST）用とで使い分けるように2つ以上設けてもよい。

【0071】

また、図2において、床1上で投影露光装置の定盤32の-Y方向の側面に、外気（即ち、クリーンルーム内の空気）と同じ環境下でレチクルライブラリやウェハカセット等が配置されたインターフェース・コラム71が設置され、インターフェース・コラム71の上端部と支持板35上のレチクル室23との間に気密性の高い箱状のレチクルローダ室87が配置され、インターフェース・コラム71の下端部と定盤32上のウェハ室38との間に気密性の高い箱状のウェハローダ室70が配置されている。レチクルローダ室87内には、そのレチクルライブラリとレチクルステージ系RSTとの間でレチクルの受け渡しを行うレチクルローダ系（不図示）が設置され、ウェハローダ室70内にはそのウェハカセットとウェハステージ系WSTとの間でウェハの受け渡しを行うウェハローダ系が設置されている。

【 0 0 7 2 】

レチクルを収納するカセット（レチクルライブラリ）及びウエハを収納するカセット（ウエハカセット）が密閉型であるとき、それらのカセット内をパージガスで置換しておいてもよい。このとき、そのカセット内のレチクル又はウエハを、外気（空気）に触れさせることなく、上記のパージガスで置換されている気密室（レチクル室 2 3、ウエハ室 3 8）に搬入可能に構成することが望ましい。なお、パージガスが供給される空間（気密室）を形成する部材の内壁は、脱ガスが少ない材料で形成するか、又は脱ガスが少ない材料でコーティングを施すことが望ましい。これはレチクルローダ室 8 7、及びウエハローダ室 7 0 の内部も同様である。また、その気密室内に設置される機構部の構成部材についても、脱ガスが少ない材料で形成するか、又は脱ガスが少ない材料でコーティングを施すことが望ましい。

【 0 0 7 3 】

さて、本例の投影露光装置では露光光 I L として真空紫外光が使用されているため、その露光光 I L の透過率を高めてウエハ W 1、W 2 上での照度を高くして高いスループットを得るために、その露光光 I L の光路には高透過率のパージガス（本例ではヘリウムガス）が供給されている。即ち、図 2 において、給気装置 5 及び給気管 7 D を通過した高純度のパージガスは、それぞれバルブ付きの給気管 1 6 A、1 6 B、1 6 C、1 6 D、及び 1 6 E を介して第 1 サブチャンバ 9（これは補助チャンバ 8 に連通している）、第 2 サブチャンバ 1 9、レチクル室 2 3、投影光学系 P L、及びウエハ室 3 8 の内部に供給される。そして、第 1 サブチャンバ 9、第 2 サブチャンバ 1 9、レチクル室 2 3、投影光学系 P L、及びウエハ室 3 8 の内部を流れた不純物を含んだパージガスは、それぞれバルブ付きの排気管 1 7 A、1 7 B、1 7 C、1 7 D、及び 1 7 E を介して排気管 7 A を経て回収装置 4 に回収される。

【 0 0 7 4 】

この場合、給気管 1 6 A～1 6 E、及び排気管 1 7 A～1 7 E に備えられているバルブは、それぞれ電磁的に開閉自在なバルブであり、それらの開閉動作は互いに独立にコンピュータよりなるパージガス制御系（不図示）によって制御され

ると共に、回収装置 4、給気装置 5、及び蓄積装置 6 の動作もそのパージガス制御系によって制御される。そして、給気装置 5 からのパージガスの供給動作と、回収装置 4 による気体の回収動作と、それらのバルブの選択的な開閉動作とによって、サブチャンバ 9、19 の内部、レチクル室 23 の内部、ウエハ室 38 の内部、及び投影光学系 PL の内部（例えば複数のレンズ室）の何れに対してもパージガスを所望の流量で供給できるように構成されている。また、パージガスの温度、圧力、及び必要に応じて湿度は、例えば各気密室内への送風口付近に配置された環境センサの出力に応じて制御できるように構成されている。

【 0 0 7 5 】

この際に、第 1 サブチャンバ 9 と第 2 サブチャンバ 19 との間の空間、第 2 サブチャンバ 19 とレチクル室 23 との間の空間、レチクル室 23 と投影光学系 PL の上端部との間の空間、及び投影光学系 PL とウエハ室 38 との間の空間は、それぞれ外気から隔離されるように大きい可撓性を有し、かつ気体の遮断性の高い膜状の軟性シールド部材 18A、18B、18C、及び 18D によって密閉されている。軟性シールド部材 18A 等が本発明の被覆部材に対応している。軟性シールド部材 18A 等は、一例として、伸縮性の良好な保護膜（例えばポリエチレン）と、ガスバリア性の良好なフィルム素材（例えばエチレン・ビニル・アルコール樹脂（EVOH 樹脂）とをラミネート加工（多層加工）して、その内面に脱ガスの極めて少ない安定化膜（例えばアルミニウムのような金属膜）を被着して形成されている。これによって、露光光源 3 から被露光基板としてのウエハ W1、W2 までの露光光 IL の光路は、ほぼ完全に密封されていることになる。このため、露光光 IL の光路上への外部からの吸光物質を含む気体の混入は殆ど無く、露光光の減衰量は極めて低く抑えられる。

【 0 0 7 6 】

また、サブチャンバ 9、19、レチクル室 23、投影光学系 PL、及びウエハ室 38 の内部には、それぞれ吸光物質中の酸素ガスの濃度を検出するための酸素濃度センサがそれぞれ設置され、酸素濃度が所定のサンプリングレートで連続的に計測されて、上記のパージガス制御系に供給されている。この場合、酸素濃度を計測することによって代表的に吸光物質の濃度が計測されており、酸素濃度セ

ンサとしては、例えばポーラログラフ式酸素濃度計、ジルコニア式酸素濃度計、又は黄リン発光式の酸素センサ等が使用できる。但し、それと共に、又は単独に水蒸気や2酸化炭素等の吸光物質の濃度を計測するようにしてもよい。そして、その各気密室内での吸光物質の濃度の計測値はパージガス制御系に供給されており、何れかの気密室において所定の許容濃度以上の吸光物質が検出された場合には、そのパージガス制御系の指令によりその吸光物質の濃度が許容濃度以下となるまでその吸光物質が検出された気密室内へのパージガスの供給が行われる。

【 0 0 7 7 】

また、軟性シールド部材 1 8 A ～ 1 8 D は例えば合成樹脂より形成されて、それぞれ大きい可撓性を有しているため、隣接する気密室の間、例えばサブチャンバ 1 9 とレチクル室 2 3 との間、レチクル室 2 3 と投影光学系 P L との間、及び投影光学系 P L とウエハ室 3 8 との間で互いに振動が伝わらない。従って、気密性を保持した上で振動の影響が軽減されている。

【 0 0 7 8 】

更に、本例ではレチクル室 2 3 とレチクルローダ室 8 7 との間の空間を密閉するように軟性シールド部材 1 8 E が設けられ、レチクル室 2 3 に供給されたパージガスの一部はレチクルローダ室 8 7 内にも満たされている。従って、レチクルローダ系によってレチクル R 1, R 2 の交換を行う際に、レチクルローダ室 8 7 の搬送口のシャッターを開いても、レチクル室 2 3 内のパージガスの濃度が大きく低下することは無い。この場合、レチクルローダ室 8 7 内にも吸光物質の濃度センサを配置して、レチクル室 2 3 内での吸光物質の許容濃度よりもレチクルローダ室 8 7 内での吸光物質の許容濃度を高く（緩く）設定し、レチクル室 2 3 内での吸光物質の濃度が許容濃度以下であっても、レチクルローダ室 8 7 内での吸光物質の濃度が許容濃度を越えたときに、給気装置 5 からレチクル室 2 3 にパージガスを供給するようにしている。これによって、レチクルの交換時にもレチクル室 2 3 内でのパージガスの濃度が高く維持されると共に、パージガスの使用量を減らすことができる。更に、レチクルローダ室 8 7 をレチクル R 1, R 2 の搬送路に沿って複数の気密室に分割し、これらの複数の気密室内にレチクルローダ系の構成部分を配置してもよい。この際に、その複数の気密室内で吸光物質の濃

度、又はその許容値を異ならしめてもよい。

【 0 0 7 9 】

同様に、ウェハ室 3 8 とウェハローダ室 7 0 との間の空間を密閉するように軟性シールド部材が設けられ、ウェハ室 3 8 内に供給されたパージガスの一部、又は殆ど全部（排気管 1 7 E のバルブを閉じた場合）はウェハローダ室 7 0 内にも満たされており、ウェハローダ室 7 0 内を流れたパージガスはバルブ付きの排気管 1 7 F 及び排気管 7 A を介して回収装置 4 に回収されている。そして、ウェハローダ室 7 0 内にも吸光物質の濃度センサが配置され、ウェハ室 3 8 内に比べてウェハローダ室 7 0 内の吸光物質の許容濃度は高く設定され、ウェハ室 3 8 内の吸光物質の濃度が許容濃度以下であっても、ウェハローダ室 7 0 内での吸光物質の濃度が許容濃度を超えたときに、給気装置 5 からウェハ室 3 8 にパージガスを供給するようにしている。これによって、ウェハの交換時にもウェハ室 3 8 内のパージガスの濃度が高く維持されると共に、パージガスの使用量を減らすことができる。

【 0 0 8 0 】

次に、本例のダブル・ウェハステージ方式のウェハステージ系、及びウェハローダ系の構成につき図 3 ～図 5 を参照して詳細に説明する。

図 3 は、図 1 中のウェハステージ系 W S T、及びウェハローダ系を示す一部を断面とした平面図であり、この図 3 に示すように本例のウェハ室 3 8 内のウェハステージ系 W S T は、ウェハベース 3 9 上のガイド面にエアーベアリングを介して浮上支持されると共に、X 方向及び Y 方向に独立して移動自在な 2 つのウェハステージ 4 0 A、4 0 B と、これらの駆動系と、これらの位置を計測する干渉計システムとを備えており、ウェハステージ 4 0 A、4 0 B 上にそれぞれ不図示のウェハホルダを介してウェハ W 1、W 2 が保持されている。これを更に詳述すると、ウェハベース 3 9 を走査露光時の走査方向 S D（Y 方向）に挟むように、X 軸に平行に 1 対の X 軸ガイド部材 4 1、4 2 が配置され、これらの X 軸ガイド部材 4 1、4 2 に対してエアーパッドを介して X 方向に摺動自在に第 1 の X 軸スライダ 4 4 A、4 5 A、及び第 2 の X 軸スライダ 4 4 B、4 5 B が載置されている。

【 0 0 8 1 】

そして、第 1 の X 軸スライダ 4 4 A, 4 5 A に対してエアパッドを介して Y 方向に摺動自在に第 1 の Y 軸ガイド 4 3 A が配置され、第 2 の X 軸スライダ 4 4 B, 4 5 B に対してエアパッドを介して Y 方向に摺動自在に第 2 の Y 軸ガイド 4 3 B が配置され、Y 軸ガイド 4 3 A, 4 3 B に対してエアパッドを介して Y 方向に摺動自在にウエハステージ 4 0 A, 4 0 B が配置されている。また、X 軸ガイド部材 4 1, 4 2 に対して第 1 の X 軸スライダ 4 4 A, 4 5 A 及び第 2 の X 軸スライダ 4 4 B, 4 5 B を運動量保存則をほぼ満たして相対駆動するための X 軸の第 1 及び第 2 のリニアモータ（不図示）と、Y 軸ガイド 4 3 A, 4 3 B に対してウエハステージ 4 0 A, 4 0 B を運動量保存則をほぼ満たして Y 方向に相対駆動するための 2 つのリニアモータ（不図示）とが設けられている。

【 0 0 8 2 】

また、第 1 のウエハステージ 4 0 A の + X 方向側の上面にアライメントセンサ 2 7 A のベースライン計測用の基準マークが形成された基準マーク部材 4 7 が固定され、ウエハステージ 4 0 A の - X 方向側の上面に露光光の光量や照度むら等を計測するための計測部材 4 6 が固定され、第 2 のウエハステージ 4 0 B の上面にもそれらと同一の基準マーク部材及び計測部材が固定されている。

【 0 0 8 3 】

ここで、本例のウエハステージ系 W S T の計測システムの一例につき説明する。図 3 において、第 1 のウエハステージ 4 0 A の - X 方向及び + Y 方向の側面には X 軸の移動鏡 4 8 A X、及び Y 軸の移動鏡 4 8 A Y が固定され、第 2 のウエハステージ 4 0 B の + X 方向及び + Y 方向の側面にも X 軸の移動鏡、及び Y 軸の移動鏡が固定されている。なお、このように移動鏡 4 8 A X, 4 8 A Y 等を用いる他に、ウエハステージ 4 0 A, 4 0 B の側面を鏡面加工して、この鏡面部に計測用のレーザビームを照射してもよい。

【 0 0 8 4 】

この場合、本例では投影光学系 P L の光軸 A X（露光領域の中心）と、第 1 のアライメントセンサ 2 7 A の光軸（検出中心）と、第 2 のアライメントセンサ 2 7 B の光軸（検出中心）とは X 軸に平行な直線（以下、「最小誤差軸」と呼ぶ。

）上に配列されている。そして、その最小誤差軸上で $-X$ 方向及び $+X$ 方向に対向するように X 軸のウェハ干渉計49AX, 49BXが設置され、第1のウェハ干渉計49AXからの2つの計測ビームが最小誤差軸に沿って第1のウェハステージ40Aの X 軸の移動鏡48AXに照射されている。これと対称に、第2のウェハ干渉計49BXからの2つの計測ビームが最小誤差軸に沿って第2のウェハステージ40Bの X 軸の移動鏡に照射されている。それらの2つの計測ビームの他に、実際には Z 方向に離れた計測ビームも移動鏡48AX等に照射されており、ウェハ干渉計49AX, 49BXはそれぞれウェハステージ40A, 40Bの X 方向の位置、 Z 軸の回りの回転角（ヨーイング量）、及び Y 軸の回りの回転角（ローリング量）を計測する。

【0085】

また、光軸AXを通り Y 軸に平行な計測ビームが Y 軸のウェハ干渉計50AYからウェハステージ40Aの Y 軸の移動鏡48AYに照射されている。また、アライメントセンサ27A, 27Bのそれぞれの検出中心を通り Y 軸に平行な計測ビームをそれぞれ有するウェハ干渉計50BY, 50CYも設けられている。中央のウェハ干渉計50AYは X 方向に2軸で、 Z 方向にも2軸（不図示）の計測ビームを備えているため、ウェハステージ40A, 40Bの Y 方向の位置、 Z 軸の回りの回転角（ヨーイング量）、及び X 軸の回りの回転角（ピッチング量）を計測できる。本例では、投影光学系PLは、ウェハステージ40A, 40B上のウェハW1, W2を露光する場合に共通に使用されるが、第1のウェハステージ40A上のウェハW1のアライメント時には $-X$ 方向のアライメントセンサ27Aが使用され、第2のウェハステージ40B上のウェハW2のアライメント時には $+X$ 方向のアライメントセンサ27Bが使用される。そして、投影光学系PLを用いた露光時のウェハステージ40A, 40Bの Y 方向の位置計測には、中央のウェハ干渉計50AYの計測値が用いられ、アライメントセンサ27A、又は27Bの使用時のウェハステージ40A、又は40Bの Y 方向の位置計測には、それぞれレーザ干渉計50BY又は50CYの計測値が用いられる。

【0086】

このように本例では、 Y 軸のウェハ干渉計50AY～50CYを X 方向（非走

査方向) に複数個設けることによって、ウエハステージ 4 0 A, 4 0 B の Y 軸の移動鏡 4 8 A Y 等に常に何れかの Y 軸の計測ビームが照射されるようにしている。このため、ダブル・ウエハステージ方式において個々のウエハステージ 4 0 A, 4 0 B を小型化して高速駆動できると共に、各ウエハステージ 4 0 A, 4 0 B の位置を高精度に検出できる利点がある。

【 0 0 8 7 】

また、例えば一方のアライメントセンサ 2 7 A によるアライメントの後で第 1 のウエハステージ 4 0 A を露光位置に移動する場合や、他方のアライメントセンサ 2 7 B によるアライメントの後で第 2 のウエハステージ 4 0 B を露光位置に移動する場合には、Y 軸の両側のウエハ干渉計 5 0 B Y, 5 0 C Y と Y 軸の中央のウエハ干渉計 5 0 A Y との間で計測値の受け渡しを行う必要がある。この計測値の受け渡しは、一例として次のように行われる。即ち、図 3 の状態から第 1 のウエハステージ 4 0 A が - X 方向に移動する場合には、ウエハ干渉計 4 9 A X によって計測されるウエハステージ 4 0 A のヨーイング量が 0 となる状態で、次のウエハ干渉計 5 0 B Y の計測値がそれまで使用されていたウエハ干渉計 5 0 A Y の計測値に合致するように、次のウエハ干渉計 5 0 B Y の計測値にオフセットを加えればよい。

【 0 0 8 8 】

また、図 3 において、X 軸のウエハ干渉計 4 9 A X, 4 9 B X の背面にはそれぞれコーナキューブよりなる 2 軸の移動鏡 6 1 A X, 6 1 B X が固定され、これらの移動鏡 6 1 A X, 6 1 B X の X 方向の位置、及び Z 軸の回りの回転角が既に説明した干渉計ユニット 5 7 A X, 5 7 B X によって投影光学系 P L を基準として計測されている。更に、Y 軸の中央のウエハ干渉計 5 0 A Y の背面にもそれぞれコーナキューブよりなる 2 軸の移動鏡 6 1 A Y が固定され、この移動鏡 6 1 A Y の Y 方向の位置、及び Z 軸の回りの回転角が既に説明した干渉計ユニット 5 7 Y によって投影光学系 P L を基準として計測されている。

【 0 0 8 9 】

本例では、ウエハ干渉計 4 9 A X, 4 9 B X, 5 0 A Y ~ 5 0 C Y よりなる合計 5 つの干渉計によって、ウエハ室 3 8 内でのウエハステージ 4 0 A, 4 0 B の

2次元の座標位置、及び3軸の回りの回転角を管理する第1の計測システムが構成され、干渉計ユニット57AX, 57BX, 57Yによって投影光学系PLに対するウェハ干渉計49AX, 49BX, 50AY（ウェハ室38）の2次元の座標位置、及びZ軸の回りの回転角を管理する第2の計測システム（主計測系）が構成されている。そして、第1の計測システム及び第2の計測システムによって、投影光学系PLを基準として2つのウェハステージ40A, 40BのそれぞれのX方向、Y方向の位置、及びX軸、Y軸、Z軸の回りの回転角が高精度に計測されており、この計測値に基づいてアライメント時の位置決め、及び走査露光時の位置や速度の制御が高精度に行われる。

【0090】

また、本例ではその計測システムの他に、図4に示すように各種センサ等が備えられている。

図4は、図3のウェハ室38及びウェハローダ室70を示す平面図であり、この図4において、ウェハ室38には投影光学系PLがY方向に出入りできるように+Y方向に開いた溝部38aが形成されている。また、ウェハ室38の上板には、投影光学系PLによるスリット状の露光領域28、又はこれに対して走査方向SD（Y方向）に手前側の領域（先読み領域）にあるウェハW1（又はW2）上の複数の計測点に光軸AXに対して斜めにスリット像を投影する投射系88Aと、その被検面からの反射光を受光して、それらの計測点でのフォーカス位置（Z方向の位置）を検出する受光系88Bとからなる斜入射方式の多点のオートフォーカスセンサ（AFセンサ）88A, 88Bが設置され、AFセンサ88A, 88Bで検出されるフォーカス位置FZ_n（n=1, 2, ...）の情報がステージ駆動系（不図示）に供給されている。

【0091】

また、投射系88A及び受光系88Bの上面にはそれぞれコーナキューブ型の移動鏡89A及び89Bが固定され、図2の投影光学系PLの下部の第2基準板102には、干渉計ユニット58Aと同様の構成で投影光学系PLに対する移動鏡89A, 89Bの変位量FZA, FZBを高精度に検出する干渉計ユニット（不図示）が設置され、その検出結果FZA, FZBもそのステージ駆動系に供給

されている。この場合、そのステージ駆動系では、AFセンサ88A, 88Bで検出されるフォーカス位置FZ_nをその変位量FZA, FZBで補正して得られる値から、ウェハW1 (W2) 上の各計測点での投影光学系PLの像面からのデフォーカス量を算出し、これらのデフォーカス量が許容範囲内に収まるようにウェハステージ40A (40B) 内のZレベリング機構を制御する。これによって、図4において、ウェハW1 (又はW2) 上の一つのショット領域29を露光領域28に対して走査する際に、ショット領域29の全面が焦点深度の範囲内に収まるため、ショット領域29の全面にレチクルパターンの縮小像が高い解像度で投影される。

【0092】

また、ウェハ室38の上部には、図3のウェハ干渉計49AX, 49BX, 50AY~50CYに対してレーザビームを分岐して供給するためのレーザ光源部91、ウェハステージ40A, 40B上のウェハW1, W2の特性を計測するためのセンサ部90、及びウェハ室38内でウェハW1, W2のプリアライメントを行うための第1及び第2のプリアライメント機構92A, 92Bが備えられている。この場合、第1のウェハステージ40A上のウェハW1のプリアライメントは、ウェハ室38内の-X方向の端部の位置A1で行われ、第2のウェハステージ40B上のウェハW2のプリアライメントは、+X方向の端部の位置B1で行われるため、プリアライメント機構92A, 92Bはそれぞれ位置A1, B1 (プリアライメント位置) の上方に配置されている。そして、位置A1, B1と、露光が行われる露光領域28 (光軸AX) との間にアライメントセンサ27A, 27Bによるウェハアライメントの位置が設定されている。

【0093】

図3に戻り、本例では、上記のようにウェハステージ40A, 40Bの内的一方が露光シーケンスを実行している間、他方はウェハローダ系WLDA, WLDBとの間でウェハ交換を行ってから、ウェハアライメントシーケンスを実行する。そのため、ウェハ室38の-Y方向側に所定間隔を隔てて気密性の高い箱状のウェハローダ室70 (搬送室) が設置され、ウェハローダ室70内にそのウェハローダ系WLDA, WLDBが収納されている。そして、ウェハ室38内で第1

のウエハステージ40A（ウエハW1）は露光後に点線で示すように-X方向の位置A1に移動し、第2のウエハステージ40B（ウエハW2）は露光後に点線で示すように+X方向の位置B1に移動する。ウエハ室38の側面の位置A1及びB1の近傍にスリット状の搬送口52A及び52Bが形成され、搬送口52A、52Bに対向するように、ウエハローダ室70の側面にもスリット状の搬送口74A、74Bが形成され、ウエハローダ室70の内部は、第1の搬送口74Aに接する第1の待機室72A、第2の搬送口74Bに接する第2の待機室72B、及び2つの待機室72A、72B（第2搬送室）の中間の予備室73（第1搬送室）に分割されている。

【0094】

そして、搬送口74A、74Bの内側に開閉自在にシャッタ75A、75Bが設けられ、待機室72A、72Bと予備室73との間にもそれぞれ搬送口が形成され、これらの搬送口を開閉するためのシャッタ78A、78Bが設けられている。更に、予備室73の-Y方向の側面にはX方向に並列に2つの搬送口が形成され、これらの搬送口を開閉するためのシャッタ85A、85Bが設けられている。そのウエハローダ室70の-Y方向に接するようにインターフェース・コラム71が設置されており、インターフェース・コラム71内の外気と同じ環境下において、予備室73のシャッタ85A、85Bによって開閉される搬送口の近傍の位置A4、及び位置B4にはそれぞれ1ロットのウエハを収納するウエハカセット（不図示）が設置されている。

【0095】

また、ウエハ室38の搬送口52A、52Bと、ウエハローダ室70の搬送口74A、74Bとの間の空間を外気から遮蔽するように、それぞれ図1の軟性シールド部材18Dと同様の高い可撓性を有する円筒状で膜状の軟性シールド部材18F、18Gが装着されている。これによって、ウエハローダ室70内の振動がウエハ室38内に伝わらないと共に、ウエハ室38の内部からウエハローダ室70の内部の空間までを高純度のパージガスで満たすことができる。

【0096】

また、第1の待機室72A内の中央部の位置A2（温度制御位置）に来たウエ

ハの温度を制御するために、3点接触型のヒータ及び冷却器を含む温度調整装置76Aが設置され、位置A2と位置A1との間で搬送口52A, 74Aを通してウエハの受け渡しを行うために第1のスライドアーム77Aが配置され、待機室72A内の上部にスライドアーム77AのZ方向への微動、及びY方向への移動を行うための搬送装置（不図示）が配置されている。また、予備室73内の-X方向側に、インターフェース・コラム71及び待機室72Aの内部との間でウエハの受け渡しを行うための第1の搬送ロボット79Aが配置されている。搬送ロボット79Aは、回転及び上下動を行う回転軸82と、この回転軸82上で回転を行う第1アーム81と、この第1アーム81の先端部で回転を行う第2アーム80とを備えており、この第2アーム80の先端部に搬送対象のウエハが吸着保持される。

【0097】

また、インターフェース・コラム71（外気）と接続される気密室（本例では予備室73）では、ウエハなどの搬送時にパージガスが外部に流出したり、外気の流入などによって吸光物質の濃度が悪化し得る。そこで、その搬送時にシャッタ85A, 85Bによって規定されるインターフェース・コラム71と予備室73との間の搬送口（ここでは「IF開口」と呼ぶ）の大きさ（開放面積）を小さくする、例えばシャッタ75A, 75Bによって規定されるウエハ室38と待機室72A, 72Bとの間の搬送口（ここでは「本体開口」と呼ぶ）52A, 52B又は74A, 74Bに比べて小さくすることが望ましい。このとき、シャッタ78A, 78Bによって規定される待機室72A, 72Bと予備室73との間の搬送口（ここでは「中間開口」と呼ぶ）はその大きさを制限しなくてもよいが、前述のIF開口と同程度以上、及び前述の本体開口（52A, 52B又は74A, 74B）と同程度以下の少なくとも一方を満たすことが望ましい。

【0098】

なお、本例ではウエハ室38とインターフェース・コラム71との間に2つの気密室（予備室73と待機室72A又は72B）を設ける、即ちIF開口と本体開口との間に1つの中間開口が存在しているが、ウエハ室38とインターフェース・コラム71との間に3つ以上の気密室を設けてもよく、IF開口と本体開口

との間に存在する 2 つ以上の中間開口はその大きさが同程度でも、異なってもよいが、I F 開口又は本体開口との大小関係は上記条件を満たすことが望ましい。

【 0 0 9 9 】

また、ウェハ室 3 8 とインターフェース・コラム 7 1 との間に 1 つの気密室を設けるだけでもよく、この場合は I F 開口を本体開口に比べて小さくするだけでよい。さらに、ウェハ室 3 8 とインターフェース・コラム 7 1 との間に少なくとも 2 つの気密室が設けられる場合、ウェハ室 3 8 に近づくほど搬送口を大きくする、即ち I F 開口、中間開口、及び本体開口の配列順にその大きさを段階的に大きくするようにしてもよい。これは、特にウェハ室 3 8 で吸光物質の濃度が最も厳しく、インターフェース・コラム 7 1 に近づくほど各気密室での吸光物質の濃度が緩くなるときに有効である。即ち、ウェハ室 3 8 と異なる 1 つの気密室の前後で吸光物質の濃度が異なり、かつその 1 つの気密室の濃度がその前後の濃度のうち厳しい方と同等以上であるときは、その 1 つの気密室で濃度が緩い方の搬送口を厳しい方の搬送口よりも小さくするとよい。

【 0 1 0 0 】

また、I F 開口、中間開口、及び本体開口の大きさを等しくしておき、ウェハなどの搬送時に、前述の如くシャッタによってその大きさを異ならせるようにしてもよいし、或いは各開口（搬送口）でその大きさを異ならせておき、シャッタは搬送路の開閉のみに用いるようにしてもよい。本例ではウェハローダがウェハの裏面を支持するので、各開口（搬送口）はその横幅がウェハサイズに応じてほぼ等しくなっている。従って、各開口（搬送口）でその高さを調整することで大きさ（開放面積）が異なることになる。但し、各開口（搬送口）を通るウェハローダ（搬送アーム）のサイズが異なるときは、そのサイズを考慮して上記高さを調整するか、或いは上記条件を満たすように各搬送アームのサイズを設定しておくともよい。

【 0 1 0 1 】

さらに、ウェハ室 3 8 とは別に少なくとも 1 つの気密室をインターフェース・コラム 7 1 との間に設ける場合、インターフェース・コラム 7 1 に接続される気

密室でその圧力を外気よりも高くして外気の流入阻止を図ることが望ましい。また、ウエハ室 3 8 の圧力はその気密室と同程度でもよいが、ウエハ室 3 8 でその圧力を最も高くすることが望ましく、この場合にウエハ室 3 8 に近づくほど気密室の圧力を高くするようにしてもよい。特に、互いに隣接する 2 つの気密室で吸光物質の濃度が異なる場合、その濃度が厳しく管理される一方の気密室でその圧力を他方の気密室よりも高くすることが望ましい。これにより、濃度管理が緩い気密室から濃度管理が厳しい気密室へのパージガスの流入阻止を図ることができる。

【 0 1 0 2 】

また、レチクルローダ室 8 7 内のレチクルローダの一部又は全体を、レチクル室 2 3 と異なる少なくとも 1 つの気密室に配置し、レチクル室 2 3 を含む複数の気密室でその搬送口の大きさや圧力を上記と全く同様に設定してもよい。このとき、レチクルを密閉型カセット（例えば、ボトムオープンタイプの S M I F (Standard mechanical interface) 技術を適用して製造されたケースである S M I F - p o d（商品名）が使用できる）に収納し、レチクルを外気と接触させることなく、その少なくとも 1 つの気密室内に搬入するように構成してもよい。また、その複数の気密室の 1 つに、少なくとも一枚のレチクルを保持するバッファカセット（保管棚）を設けてもよい。

【 0 1 0 3 】

ハンドリング機構としての搬送ロボット 7 9 A は、ウエハの搬入時にインターフェース・コラム 7 1 内の位置 A 4 からシャッタ 8 5 A のある搬送口を通して予備室 7 3 内に搬入したウエハを、回転軸 8 2 上の位置 A 3 に設置する。位置 A 3 に設置されたウエハの外周部の 1 8 0 ° 離れた 2 箇所に視野を持つように 2 つの撮像装置 8 3 A, 8 4 A が配置され、外形検出系としての撮像装置 8 3 A, 8 4 A の撮像信号が不図示のウエハローダ制御系に供給され、このウエハローダ制御系は、その撮像信号を処理して位置 A 3 にあるウエハの外周部のノッチ部（切り欠き部）の位置、及びその中心位置を検出し、このノッチ部の位置が所定の位置（例えば + Y 方向）に来るように、かつそのウエハの中心位置が所定の位置に来るように搬送ロボット 7 9 A の動作を制御する。これによって、ウエハの 1 回目

のプリアライメントが行われる。

【0104】

温度調整装置 7 6 A、スライドアーム 7 7 A、この搬送装置（不図示）、搬送ロボット 7 9 A、及び撮像装置 8 3 A、8 4 Aより第 1 のウエハローダ系 W L D A が構成されている。この第 1 のウエハローダ系 W L D A と対称に、ウエハ室 3 8 内の位置 B 1 と、待機室 7 2 B 内の位置 B 2 と、予備室 7 3 内の位置 B 3 と、インターフェース・コラム 7 1 内の位置 B 4 との間でウエハの受け渡しを行うための第 2 のウエハローダ系 W L D B が配置されている。ウエハローダ系 W L D B も温度調整装置 7 6 B、スライドアーム 7 7 B、この搬送装置（不図示）、第 2 の搬送ロボット 7 9 B、及び撮像装置 8 3 B、8 4 B より構成されている。ウエハローダ系 W L D A、W L D B が搬送系に対応している。そのウエハの 1 回目のプリアライメントは、ウエハのその搬送系に対する外形基準によるアライメントとみなすことができる。

【0105】

なお、図 3 の構成例において、予備室 7 3 内には 1 台の搬送ロボット 7 9 A のみを配置して、この搬送ロボット 7 9 A（ハンドリング機構）を 2 つのウエハローダ系 W L D A、W L D B で共有してもよい。この際には、外形検出系も 1 組の撮像装置 8 3 A、8 4 A のみを配置するだけでよい。投影光学系 P L による露光はウエハステージ 4 0 A、4 0 B に対して交互に行われるため、その構成でもスループットは殆ど低下しないと共に、ウエハローダ系を全体として小型化することができる。

【0106】

図 5 は、図 3 と同じく本例のウエハステージ系 W S T、及びウエハローダ系 W L D A、W L D B を示す平面図であり、この図 5 において、ウエハ室 3 8 の上部に点線で示すように図 2 の給気管 1 6 E 及び給気装置 5 に連通する 3 箇所の吹き出し口 9 4、9 5 A、9 5 B が設置され、これらの吹き出し口 9 4、9 5 A、9 5 B からウエハ室 3 8 の内部にダウンフロー方式で陽圧のパージガスが供給されている。この場合、吹き出し口 9 4 は、Y 軸のウエハ干渉計 5 0 A Y の光路を含む領域の上部に設定され、吹き出し口 9 5 A、9 5 B は X 軸の 2 つのウエハ干渉

計 4 9 A X, 4 9 B X の光路を含む領域の上部に設定されており、ウエハ干渉計 4 9 A X, 4 9 B X, 5 0 A Y の光路には実質的に常時高純度のパージガスが供給されているため、その光路の屈折率が安定化して計測精度が向上する。

【 0 1 0 7 】

但し、そのウエハ干渉計の光路の屈折率はパージガスの純度が比較的大きく変化すると、それに応じて変化するため、パージガスの純度が所定の許容値を超えて変化した場合には、アライメント及び露光動作を中止して、そのパージガスの純度が高純度で安定化するまでウエハステージ 4 0 A, 4 0 B を待機させるようにしてもよい。これによって、アライメント精度及び露光精度の悪化を防止することができる。

【 0 1 0 8 】

また、図 5 のウエハローダ室 7 0 の予備室 7 3 の底面に点線で示すように、図 2 の排気管 1 7 F に連通する排気口 9 6 が設置されており、ウエハ室 3 8、待機室 7 2 A, 7 2 B、及び予備室 7 3 の内部にそれぞれ吸光物質としての酸素の濃度を計測する酸素濃度センサ 9 3 A, 9 3 B, 9 3 C, 9 3 D が設置され、酸素濃度センサ 9 3 A ~ 9 3 D の計測値が不図示のパージガス制御系に供給されている。シャッタ 7 5 A, 7 8 A 又はシャッタ 7 5 B, 7 8 B が開いている場合に、ウエハ室 3 8 の内部に供給されたパージガスは、矢印 C 1, C 2 及び矢印 D 1, D 2 で示すように待機室 7 2 A, 7 2 B を経て予備室 7 3 に流入し、予備室 7 3 に流れ込んだパージガスは排気口 9 6 から図 2 の排気管 1 7 F を介して回収装置 4 に回収される。また、シャッタ 7 5 A, 7 8 A, 7 5 B, 7 8 B が閉じている場合に、ウエハ室 3 8 内に吹き出したパージガスは、必要に応じて図 2 の排気管 1 7 E から回収装置 4 に回収される。

【 0 1 0 9 】

この場合、酸素濃度センサ 9 3 A ~ 9 3 D で検出される酸素濃度の許容値は、ウエハ室 3 8 の内部、待機室 7 2 A, 7 2 B の内部、予備室 7 3 の内部の順に高く（緩く）設定されており、酸素濃度センサ 9 3 A ~ 9 3 D の何れかで計測される濃度が許容値を超えた場合に、そのパージガス制御系は吹き出し口 9 4, 9 5 A, 9 5 B からウエハ室 3 8 の内部に通常よりも多い流量でパージガスを供給す

る。これによって、ウエハの交換時にシャッタ 7 5 A, 7 5 B 等を開いた場合にも、ウエハ室 3 8 内でのパージガスの濃度が高く維持されると共に、パージガスの使用量を減らすことができる。

【 0 1 1 0 】

そのウエハ室 3 8 内へパージガスを供給する際の流量の一例は、ウエハの 1 枚がウエハ室 3 8 から順次搬出される際にウエハ室 3 8 内で増加する空間の体積分を補う程度である。これによって、パージガスの使用量を少なくすることができる。

本例では、そのウエハ室 3 8 (露光室) の内部の吸光物質 (ここでは酸素) の濃度の許容値 (d A とする) は待機室 7 2 A, 7 2 B の内部の吸光物質の濃度の許容値 (d B とする) の $1/10 \sim 1/100$ 程度に設定され、待機室 7 2 A, 7 2 B の内部の吸光物質の濃度の許容値 d B は予備室 7 3 の内部の吸光物質の濃度の許容値 (d C とする) の $1/10 \sim 1/100$ 程度に設定されている。そして、一例として、ウエハ室 3 8 内の許容値 d A は $100 \sim 10 \text{ ppm}$ 程度、待機室 7 2 A, 7 2 B 内の許容値 d B は 10^3 ppm 程度、予備室 7 3 内の許容値 d C は 10^5 ppm 程度に設定される。

【 0 1 1 1 】

この際に、パージガスの濃度管理を容易にするために、ウエハ室 3 8 内での許容値 d A を最も厳しく設定し、その他の気密室 (待機室 7 2 A, 7 2 B 及び予備室 7 3) では共通にウエハ室 3 8 内と同程度以上の許容値に設定するだけでもよい。この場合には、待機室 7 2 A, 7 2 B と予備室 7 3 とを一つの気密室としてもよい。また、検出対象の吸光物質 (不純物) の種類を多くして、その吸光物質毎にその濃度の許容値を異ならせてもよく、最も許容値が厳しい物質の濃度に着目してパージガスの流量などを制御するようにしてもよい。

【 0 1 1 2 】

また、パージガスの別の管理方法として、ウエハ室 3 8 に隣接する待機室 7 2 A, 7 2 B ではその内部の吸光物質 (不純物) の許容濃度をウエハ室 3 8 内と同程度に設定し、待機室 7 2 A, 7 2 B よりもウエハカセット側に配置される予備室 7 3 などでは、その内部の吸光物質の許容濃度をウエハ室 3 8 内よりも高く設

定するようにしてもよい。これによって管理が単純化される。

【0 1 1 3】

また、吸光物質の濃度の許容値が緩い（大きい）気密室からその許容度が厳しい（小さい）気密室へのパージガスの逆流を防止するために、各気密室内でのパージガスの圧力を異ならせる、即ちその許容値が厳しい（小さい）気密室ほどその内部でのパージガスの圧力を高くするようにしてもよい。

また、本例ではウエハ室 3 8 内にパージガスをダウンフロー方式で供給しているが、パージガスが本例のようにヘリウムガスのような軽い気体である場合、外気の主成分である空気は下部に溜まり易く、その軽いパージガスを上方から供給することによって、その空気は効率的に下方から排気されるため、ウエハ室 3 8 内のパージガスが高純度に維持される。但し、例えば外気が空気よりも軽い気体であるような場合には、その軽い気体よりなるパージガスをウエハ室 3 8 内の底面部から吹き上げるようにして（いわばオーバーフロー方式で）供給するようにしてもよい。

【0 1 1 4】

なお、露光光として K r F エキシマレーザ（波長 2 4 8 n m）などを使用する場合にも、その光路にはヘリウムガスや窒素ガスなどのパージガスを供給することが望ましい。しかしながら、その場合のパージガスの濃度は例えば 9 0 ～ 9 9 % 程度に落としても、ウエハ上で高い露光強度が得られると共に、レーザ干渉計等のセンサでも高い計測精度が得られる。但し、この場合にそのセンサの光路での屈折率の揺らぎが大きくなるように、気密室に対するパージガスの供給管や排気管の位置をそのセンサの光路からできるだけ離して配置することが望ましい。

【0 1 1 5】

次に、本例の温度調整装置 7 6 A（温度制御系）及びプリアライメント機構 9 2 A（第 1 のアライメント系）の構成及び動作につき図 8 ～ 図 1 2 を参照して詳細に説明する。

図 8（a）は図 3 のウエハローダ室 7 0 内の左半面の状態を示す拡大平面図、図 8（b）は図 8（a）の一部を切り欠いた正面図であり、図 8（b）に示すよ

うに、一方の温度調整装置 7 6 A は、上下駆動部 1 1 4 と、この上に固定されてヒータ等の加熱器、及びペルチェ素子等の冷却素子を備えた加熱冷却部 1 1 3 と、この上に固定された 3 本の支持ピン 1 1 2 とを備えている。支持ピン 1 1 2 は、熱伝導率の良好な材料（金属等）から形成され、不図示であるが、支持ピン 1 1 2 の上端付近にサーミスタ等の温度測定素子が固定され、この温度測定素子による温度の検出データが不図示のウエハローダ制御系に供給される。本例の支持ピン 1 1 2 は、脱ガスの少ない材料より形成されている。

【 0 1 1 6 】

この場合、これから露光されるウエハをウエハ W 1 とすると、図 8（a）に示すように、ハンドリング機構としての搬送ロボット 7 9 A によってウエハ W 1 は、ウエハローダ室 7 0 の外部の位置 A 4 から予備室 7 3 内の 1 回目のプリアライメントが行われる位置 A 3 を経て、待機室 7 2 A 内の位置 A 2 に搬送される。図 8（b）に示すように、点線で示す位置 A 2 の下方に温度調整装置 7 6 A の支持ピン 1 1 2 が待機しており、この状態で回転軸 8 2 を降下させることで、搬送ロボット 7 9 A から支持ピン 1 1 2 上にウエハ W 1 が受け渡される。ウエハ W 1 は、その前のウエハのアライメント及び露光が終わるまで、支持ピン 1 1 2 上で待機している。この待機中に、支持ピン 1 1 2 に装着されている温度測定素子（不図示）によって検出される温度（ほぼウエハ W 1 の温度とみなすことができる）が、ウエハ W 1 に塗布されているフォトレジストの適正温度（予め露光データとして設定されている）に近付くように、そのウエハローダ制御系は加熱冷却部 1 1 3 を介して支持ピン 1 1 2 及びウエハ W 1 の温度を制御する。これによって、ウエハ W 1 は常に適正温度に保たれた状態で待機するため、常にフォトレジストを最も高い解像度を得られる状態で露光できる。

【 0 1 1 7 】

なお、図 8 では、図 3 中のスライドアーム 7 7 A が省略されているが、図 8 の状態の後、ウエハ W 1 は、図 9 に示すようにスライドアーム 7 7 A に受け渡される。

図 9（a）は図 3 の待機室 7 2 A の内部を示す平面図、図 9（b）は図 9（a）の一部を切り欠いた正面図であり、図 9（b）に示すように、ウエハ W 1 が温

度調整装置 7 6 A の支持ピン 1 1 2 上に待機している状態では、スライドアーム 7 7 A はウエハ W 1 の底面部に位置している。また、スライドアーム 7 7 A は上部のスライダ 8 6 A に連結され、スライダ 8 6 A は必要に応じてスライドアーム 7 7 A を上下に駆動すると共に、図 9 (a) に示すように、位置 A 2 と位置 A 1 との間でスライドアーム 7 7 A をほぼ直線的に移動する。スライドアーム 7 7 A 及びスライダ 8 6 A が本発明のアーム機構に対応している。また、本例の待機室 7 2 A と図 3 のウエハ室 3 8 との間の搬送口 7 4 A (図 3 の搬送口 5 2 A も同様) は上下方向の幅が広く形成されており、それを開閉するためのシャッタ 7 5 A は、ほぼ下半分の開閉を行う第 1 シャッタ 7 5 A 1 と、ほぼ上半分の開閉を行う第 2 シャッタ 7 5 A 2 とから構成されている。

【 0 1 1 8 】

そして、ウエハ W 1 をウエハ室 3 8 側に搬送する際には、図 9 (b) において、スライドアーム 7 7 A を上昇させて支持ピン 1 1 2 からスライドアーム 7 7 A にウエハ W 1 を受け渡した後、図 9 (b) に対応する図 9 (d) に示すように、第 1 シャッタ 7 5 A 1 のみを開く。これによって、搬送口 7 4 A のほぼ下半分の領域、即ちウエハ W 1 及びスライドアーム 7 7 A が通過できる領域が開かれる。なお、ウエハステージ 4 0 A 側のウエハホルダを搬送する場合もあるが、このようにウエハ W 1 よりも大きい付属物を搬送するような場合には、第 1 シャッタ 7 5 A 1 と共に第 2 シャッタ 7 5 A 2 も開くようにする。このように隣接する気密室間の搬送口 7 4 A 等を必要最小限だけ開くようにすることで、パージガスを有効に利用することができる。

【 0 1 1 9 】

その後、図 9 (a) に対応する図 9 (c) に示すように、スライドアーム 7 7 A を搬送口 7 4 A の方向に駆動することで、ウエハ W 1 がウエハ室 3 8 内の位置 A 1 まで搬送される。位置 A 1 を囲むように、図 1 0 に示すようにプリアライメント機構 9 2 A が配置されている。

図 1 0 (a) はそのプリアライメント機構 9 2 A の搬入用のロードアーム 1 1 6 を示す平面図、図 1 0 (b) は図 1 0 (a) の一部を省略した正面図、図 1 0 (c) は図 1 0 (b) の C C 線に沿う断面図であり、図 1 0 (a) , (b) に示

すように、ロードアーム 1 1 6 は、上下に伸びた回転昇降軸 1 1 9 と、この回転昇降軸 1 1 9 に取り付けられて、90° 間隔で開いた 2 個の爪状の保持部 1 1 7 a, 1 1 7 b を有する第 1 アーム 1 1 7 と、この第 1 アーム 1 1 7 に対して 0° ~ 1 8 0° 程度の範囲で回転可能に回転昇降軸 1 1 9 に取り付けられて、爪状の保持部 1 1 8 a を有する第 2 アーム 1 1 8 と、その回転昇降軸 1 1 9 を上下方向及び回転方向に駆動する駆動部 1 1 5 とを有する。この場合、3 箇所の保持部 1 1 7 a, 1 1 7 b, 1 1 8 a 上にウエハ W 1 が載置されると共に、第 2 アーム 1 1 8 の回転角は、その保持部 1 1 8 a がウエハ W 1 の外周部のノッチ部 N P から外れるように設定される。

【 0 1 2 0 】

ウエハ W 1 は、一例として直径が 3 0 0 m m のいわゆる 1 2 インチウエハであり、その外周部には 1 箇所に切り欠き部であるノッチ部 N P が形成されているが、それ以外に例えば 2 箇所以上にノッチ部が形成されていたり、比較的広い範囲の切り欠き部であるオリエンテーションフラットが形成されている場合も有り得る。このように切り欠き部の位置や形状が変化しても、第 2 アーム 1 1 8 を回転することによって、その切り欠き部を避けてウエハを保持することができる。本例では、第 2 アーム 1 1 8 は、第 1 アーム 1 1 7 に対して 9 0° 回転した状態で固定されており、第 2 アーム 1 1 8 から更にほぼ 9 0° 回転した位置にノッチ部 N P が形成されている。更に、第 2 アーム 1 1 8 は、2 点鎖線の位置 G 1 で示すように、ウエハ W 1 の移動方向（水平方向）に沿って回転昇降軸 1 1 9 に対してスライドできるように構成されている。

【 0 1 2 1 】

また、図 1 0 (a) に示すように、位置 A 1 にあるウエハ W 1 の外周部の上方に 3 箇所の撮像素子 1 2 1 A ~ 1 2 1 C を備えた撮像部 1 2 0 が配置され、中央の撮像素子 1 2 1 B はノッチ部 N P の上方に位置している。そして、ウエハ W 1 の底面側に図 1 0 (b) , (c) に示すように、3 箇所の例えば発光ダイオードよりなる発光素子 1 2 3 A ~ 1 2 3 C を備えた照明部 1 2 2 が、矢印 G 2 の方向に待避できるように配置されている。照明部 1 2 2 及び撮像部 1 2 0 より外形検出系が構成されている。発光素子 1 2 3 A ~ 1 2 3 C としては、入射端にハロゲ

ンランプからの光が集光されている光ファイバの射出端等も使用することができ、ウエハW1の外形の検出時には、発光素子123A～123Cは撮像素子121A～121Cに対向するように配置されると共に、撮像素子121A～121Cの撮像信号がアライメント制御系（不図示）に供給され、アライメント制御系はその撮像信号を処理して、ウエハW1のノッチ部NPの方向、及びウエハW1の中心位置を求める。このようにウエハW1の外形検出が終了した後、ウエハW1をウエハステージ40A上に載置できるように、照明部122は待避する。

【0122】

そして、アライメント制御系は、そのノッチ部NPの方向が予め定められている方向となるように、駆動部115を介して回転昇降軸119を回転させると共に、ウエハW1の中心位置が、図3のウエハステージ40A上の予め定められている位置、例えば不図示のウエハホルダの中心に合致するようにウエハステージ40Aの位置決めを行う。これによって、ウエハW1の2回目のプリアライメント、即ち外形基準によるウエハステージ40Aに対する位置決めが完了し、この状態でウエハW1がウエハステージ40A上にロードされる。

【0123】

但し、実際には、それまでウエハステージ40A上には露光済みのウエハが載置されており、この露光済みのウエハ（ウエハW5とする）は、図11に示すように位置A5において搬出用のアンロードアーム124に受け渡されている。

図11（a）は、プリアライメント機構92Aのロードアーム116及びアンロードアーム124を示す平面図、図11（b）は図11（a）の正面図であり、説明の便宜上、図11（a）においてウエハW1、W5は点線で示してある。図11（a）、（b）に示すように、アンロードアーム124はロードアーム116と同様に、第1アーム125、第2アーム126、及び回転昇降軸127を備えており、回転昇降軸127は駆動部115によって駆動される。また、アンロードアーム124もウエハW5を底面から保持するための3箇所の爪状の保持部125a、125b、126aを備えており、第2アーム126は点線の位置G3で示すようにウエハW5の移動方向にスライド可能であるが、アンロードアーム124はロードアーム116を囲むように構成されている。

【 0 1 2 4 】

この場合、図 3 のウエハステージ 4 0 A 上の露光済みのウエハ（ウエハ W 5）は、図 1 1（a）において、プリアライメントの位置 A 1 に対して斜め方向にずれた位置 A 5 でアンロードアーム 1 2 4 に受け渡される。その後、次の露光対象のウエハ W 1 が図 3 に示すスライドアーム 7 7 A を介してロードアーム 1 1 6 に受け渡されると共に、そのスライドアーム 7 7 A にアンロードアーム 1 2 4 から露光済みのウエハ W 5 が受け渡されて、ウエハ W 5 は図 3 の待機室 7 2 A 側に搬出される。そして、ウエハ W 1 のプリアライメントが行われて、照明部 1 2 2 が待避した後、ウエハ W 1 がウエハステージ 4 0 A 上にロードされる。このように本例のプリアライメントの位置 A 1（B 1 も同様）は、ローディング・ポジションでもある。

【 0 1 2 5 】

図 1 2 はロードアーム 1 1 6 からウエハステージ 4 0 A 上にウエハ W 1 を受け渡すときの動作の一例を示し、先ず図 1 2（a）に示すようにプリアライメントが行われた位置 A 1 で、ロードアーム 1 1 6 の回転昇降軸 1 1 9 が降下して、図 1 3（b）に示すように、下方のウエハステージ 4 0 A のウエハホルダ 1 2 8 上にウエハ W 1 が載置される。

【 0 1 2 6 】

図 1 3（a）はそのウエハホルダ 1 2 8 を示す平面図、図 1 3（b）は図 1 3（a）の断面図であり、図 1 3（a）では分かり易いようにウエハ W 1 は省略しており、更にロードアーム 1 1 6 も省略している。図 1 3（a），（b）に示すように、ウエハホルダ 1 2 8 は、ウエハステージ 4 0 A 上の凹部中に吸着孔 1 2 9 F 及び吸着溝 1 2 8 f を通して不図示の真空ポンプによって吸着保持されており、その上のウエハ W 1 もウエハホルダ 1 2 8 内の吸着孔 1 2 8 g、及びウエハステージ 4 0 A 上の吸着孔 1 2 9 G を通して不図示の真空ポンプによって吸着保持される。また、ウエハホルダ 1 2 8 の上面には外周部の段差部 1 2 8 a に加えて、図 1 0 のロードアーム 1 1 6 の保持部 1 1 7 a，1 1 7 b，1 1 8 a、及び図 1 1 のアンロードアーム 1 2 4 の保持部 1 2 5 a，1 2 5 b，1 2 6 a を差し込むための切り欠き部 1 2 8 b～1 2 8 e がほぼ 9 0° 間隔で形成されている。

【 0 1 2 7 】

この状態で、図 1 2 (b) に示すように、第 2 アーム 1 1 8 を矢印 G 4 で示すようにスライドさせて、保持部 1 1 8 a をウエハ W 1 の底面部から外すようにする。その後、図 1 2 (c) に矢印 G 5 で示すようにウエハステージ 4 0 A をロードアーム 1 1 6 に対して斜めに移動させて、ロードアーム 1 1 6 の 3 箇所保持部 1 1 7 a , 1 1 7 b , 1 1 8 a を全てウエハ W 1 の底面部から外す。この状態で、ロードアーム 1 1 6 を上昇させると、図 1 2 (d) に矢印 G 6 で示すようにウエハステージ 4 0 A は自由に動けるようになるため、ウエハステージ 4 0 A は図 3 のアライメントセンサ 2 7 A の下方に移動する。

【 0 1 2 8 】

その後、ウエハ W 1 のアライメント及び露光が終了して、ウエハステージ 4 0 A からウエハ W 1 を搬出する際には、ほぼ図 1 2 (a) ~ (d) の動作と逆の動作を経て、図 1 3 (c) に示すようにウエハ W 1 をアンロードアーム 1 2 4 に受け渡す。この際に、吸着孔 1 2 8 g を通しての吸着は解除されており、ウエハ W 1 は図 3 のスライドアーム 7 7 A に渡される。更に、ウエハホルダ 1 2 8 自体を搬出する場合には、図 1 3 (d) に示すように、吸着溝 1 2 8 f を介しての吸着も解除した後、ウエハ W 1 と同様にしてウエハホルダ 1 2 8 をアンロードアーム 1 2 4 に受け渡せばよい。

【 0 1 2 9 】

このように本例では、ウエハの移動方向にスライド可能な保持部 1 1 8 a , 1 2 6 a を備えたロードアーム 1 1 6 、及びアンロードアーム 1 2 4 を備えたプリアライメント機構 9 2 A が備えられているため、ウエハステージ 4 0 A に対するウエハの搬入及び搬出を高速に、かつ簡単な制御で行うことができる。更に、プリアライメント機構 9 2 A には外形検出系が備えられているため、その検出結果に基づいてウエハをウエハステージ 4 0 A に対してほぼ目標とする位置関係で設置できるため、その後のアライメントセンサ 2 7 A を用いてのウエハアライメントを迅速に行うことができる。

【 0 1 3 0 】

ここで、図 3 のウエハステージ系 W S T 、及びウエハローダ系 W L D A , W L

DBの全体の動作の一例につき説明する。まず、第1のウエハステージ40A上の第1のウエハW1に対する走査露光が終わって、第2のウエハステージ40B上の第2のウエハW2に対する走査露光を行うものとする。第1のウエハステージ40Aが位置A1に移動した後、アライメントセンサ27Bの下でウエハアライメントの行われた第2のウエハステージ40Bが投影光学系PLの露光領域側に移動して、ウエハステージ40B上のウエハW2に対する走査露光が開始される。また、この時点までに、インターフェース・コラム71内の位置A4にある未露光のウエハが搬送ロボット79Aによって予備室73内の位置A3まで搬送され、ここで撮像装置83A、84Aを用いてノッチ部を基準として、回転角及び中心位置の1回目のプリアライメントが行われる。その後、位置A3のウエハは搬送ロボット79Aによって待機室72A内の温度調整装置76A上の位置A2に搬送され、ここで露光に適した温度まで加熱、又は冷却された後、スライドアーム77Aによってウエハ室38内の位置A1の近傍まで搬送される。

【0131】

その位置A1において、ウエハステージ40A上の露光済みのウエハW1は、図4のプリアライメント機構92Aのアンロードアーム（不図示）に受け渡されると共に、スライドアーム77A上の未露光のウエハはそのプリアライメント機構92Aのロードアーム（不図示）に受け渡される。次に、そのアンロードアーム上の露光済みのウエハがスライドアーム77A上に受け渡された後に、そのロードアーム上の未露光のウエハの外周部の3箇所の形状を不図示の撮像装置で観察することによって、その未露光のウエハの2回目のプリアライメントが行われる。この後、その未露光のウエハは位置A1でウエハステージ40A上に載置されて、ウエハステージ40Aによってアライメントセンサ27Aの下方に移動して、アライメントセンサ27Aによってその未露光のウエハ上のサーチアライメントマークの検出（サーチアライメント）、及びこの結果を用いたファインアライメントマークの検出が行われる。この際に、例えばエンハンスト・グローバル・アライメント（EGA）方式でウエハのファインアライメントが行われる。EGA方式では、例えば特開昭61-44429号公報（特公平4-47968号公報）で開示されているように、ウエハ上から選択された所定個数のショット領

域（サンプルショット）に付設されたアライメントマーク（ウエハマーク）の座標位置を計測し、この計測結果を統計処理することで、全部のショット領域の座標が求められる。

【 0 1 3 2 】

本例ではサーチアライメント、及びファインアライメントをまとめてウエハアライメントと呼んでいる。ウエハアライメントが完了した第1のウエハステージ40A上のウエハは、第2のウエハステージ40B上のウエハW2の走査露光が終了するまで、アライメントセンサ27Aの下方で待機する。一方、位置A1でウエハステージ40Aからスライドアーム77Aに受け渡された露光済みのウエハW1は、待機室72A内の位置A2まで移動した後、搬送ロボット79Aによって位置A2からインターフェース・コラム71内の位置A4まで搬送される。この際に、位置A4には露光済みのウエハ用のウエハカセットが待機しており、ウエハW1はそのウエハカセットに収納される。その後、位置A4には未露光のウエハを収納したウエハカセットが移動して、このウエハカセット内の未露光のウエハが搬送ロボット79Aによって予備室73内の位置A3まで搬送される。

【 0 1 3 3 】

また、第2のウエハステージ40B上で露光が行われたウエハW2が、ウエハ室38内の位置B1まで搬送されると共に、第1のウエハステージ40Aが投影光学系PLの露光領域側に移動して、ウエハステージ40A上のウエハの走査露光が開始される。この際に、位置B1の近傍には搬送ロボット79B及びスライドアーム77Bによって位置B4から位置B3、B2を経て未露光で温度制御されたウエハが搬送されている。そして、図4のプリアライメント機構92Bを介してスライドアーム77B上の未露光のウエハと、ウエハステージ40B上の露光済みのウエハW2との交換が行われた後、位置B1において未露光のウエハの2回目のプリアライメントが行われる。一方、露光済みのウエハW2は、スライドアーム77B及び搬送ロボット79Bを介して位置B2から位置B4まで搬送される。

【 0 1 3 4 】

このように本例では、ウエハステージWST及びウエハローダ系WLDA、W

LDBをそれぞれウェハ室38及びウェハローダ室70内にモジュール構成で組み込むようにしているが、ウェハ室38内の位置A1, B1において2回目のプリアライメントを行っているため、ウェハ室38とウェハローダ室70との組立時の位置関係はそれ程厳密である必要が無い。即ち、投影露光装置の組立調整を容易に行うことができると共に、ウェハアライメントを高精度に行うことができる。

【0135】

なお、本例ではロードアーム116及びアンロードアーム124などを含むプリアライメント機構92A, 92Bがウェハ室38内に配置されるものとしたが、例えばウェハローダ系WLDA, WLDBと一緒にそのプリアライメント機構92A, 92Bをモジュール構成でウェハローダ室70内に組み込むように構成してもよい。このとき、ウェハの交換時間を短縮するために、ウェハステージがウェハの交換位置に到達するのに先立ち、その交換位置の上方空間にアンロードアーム、及びプリアライメントが終了したウェハを保持するロードアームを待機させておくといよい。

【0136】

これにより、ウェハの露光処理が行われていても、例えばウェハ交換の準備作業（ロードアームやアンロードアームの駆動などを含む）に伴って生じる振動などによって露光精度が低下するのを防止することができる。この構成では、ウェハ室38とウェハローダ室70との相対的な位置関係の変動によってプリアライメント精度が低下し得るので、必要によってはその位置関係を検出するセンサ（ギャップセンサなど）を設け、この検出結果とプリアライメント結果とに基づいて、例えばウェハステージとロードアームとの相対位置関係を調整してウェハの受け渡しを行うことが望ましい。

【0137】

更に本例では、図3において未露光のウェハ、又は露光済みのウェハが搬送口74A, 74B等を通過する際に、対応するシャッタ75A, 75B, 78A, 78B, 85A, 85Bが開くと共に、ウェハが通過しない期間では対応するシャッタ75A, 75B～85A, 85Bは閉じている。また、シャッタ75A,

7 5 B が開いている場合には、シャッタ 7 8 A, 7 8 B 又はシャッタ 8 5 A, 8 5 B が閉じるように制御されており、ウエハ室 3 8 の内部が直接にインターフェース・コラム 7 1 の内部、即ち外気と連通することは無い。従って、ウエハ室 3 8 の内部のパージガスの濃度は常に高く維持されている。

【 0 1 3 8 】

次に、図 3 中のウエハ室 3 8 及びウエハローダ室 7 0 の組立方法の一例につき図 6、図 7 を参照して詳細に説明する。

図 6 は、図 3 中のウエハ室 3 8、ウエハローダ室 7 0、及び投影光学系 P L の組立調整時の状態を示す斜視図であり、この図 6 において、ウエハ室 3 8 の上面にはレーザ光源部 9 1、プリアライメント機構 9 2 A, 9 2 B、A F センサ 8 8 A, 8 8 B、及びアライメントセンサ 2 7 A, 2 7 B 等が凸部として突き出ているが、これらの間に投影光学系 P L を水平方向に相対移動できる溝部 3 8 a が形成されている。また、ウエハローダ室 7 0 の上面には図 3 のスライドアーム 7 7 A, 7 7 B を駆動するための駆動装置が収納された駆動部 7 0 a, 7 0 b が設置され、ウエハローダ室 7 0 の底面には防振台 7 0 c が配置されている。更に、ウエハローダ室 7 0 の正面部には、図 3 のインターフェース・コラム 7 1 との間でウエハが搬送される搬送口 9 7 A, 9 7 B が形成され、この搬送口 9 7 A, 9 7 B は図 3 のシャッタ 8 5 A, 8 5 B によって開閉される。

【 0 1 3 9 】

本例の投影露光装置の組立調整時には、ウエハ室 3 8 はこの中のウエハステージ系 W S T と共に組み立てられ、これとほぼ並行してウエハローダ室 7 0 はこの中のウエハローダ系 W L D A, W L D B と共に組み立てられる。その後、投影光学系 P L が図 2 のフレーム機構に装着された後、図 6 の矢印で示すように投影光学系 P L が溝部 3 8 a に沿って相対移動するようにそのフレーム機構にウエハ室 3 8 が設置され、これに続いてウエハ室 3 8 の搬送口 5 2 A, 5 2 B にウエハローダ室 7 0 の搬送口 7 4 A, 7 4 B が対向するようにウエハローダ室 7 0 が設置される。その後、投影光学系 P L の下端部とウエハ室 3 8 の溝部 3 8 a との隙間を密閉するように、図 7 (a) に示すように軟性シールド部材 1 8 D が装着され、搬送口 5 2 A (又は 5 2 B) と搬送口 7 4 A (又は 7 4 B) との間の空間を外

気から隔離するように軟性シールド部材 1 8 F（又は 1 8 G）が装着される。

【 0 1 4 0 】

同様にしてその他の照明光学系、及びレチクル室 2 3 等の組立調整も行われる。その後で、総合調整（電気調整、動作確認等）を行うことにより図 1、図 2 の投影露光装置をモジュール方式、又はボックス方式で短時間に製造することができる。これらの動作はクリーンルーム内で行われることが望ましい。

なお、ウエハの搬出は、図 1 4 に示すような別の方法でも行うことができる。図 1 4（a）において、ウエハステージ 4 0 A 上にウエハホルダ 1 2 8 を介してウエハ W 1 が保持されており、ウエハステージ 4 0 A に対して手前側のプリアライメントを行う位置 A 1 の更に手前側に、不図示の移動自在のスライダによって平板状のウエハ支持板 1 2 9 が支持されている。ウエハ支持板 1 2 9 の高さはウエハホルダ 1 2 8 よりも僅かに低く設定されており、ウエハ支持板 1 2 9 の上面には半円形の段差部（不図示）よりなるストッパー、及びウエハを吸着保持する機構（真空吸着用の吸着孔等）が備えられている。この状態で、ウエハステージ 4 0 A を位置 A 1 の方向（矢印 G 6 で示す方向）に所定速度で移動して、位置 A 1 付近でウエハホルダ 1 2 8 によるウエハ W 1 の吸着を解除すると共に、ウエハステージ 4 0 A を急激に停止させる。このとき、ウエハ W 1 は慣性によってウエハ支持板 1 2 9 の上面に移動して、上記のストッパーによって停止する。その後、例えばウエハ W 1 の吸着を開始して、不図示のスライダによってウエハ支持板 1 2 9 を搬出することによって、高速にウエハ W 1 の搬出が行われる。

【 0 1 4 1 】

また、上記の実施の形態では、ウエハは単体として搬送が行われているが、ウエハを搬送し易い付属物と一体にして搬送するようにしてもよい。

図 1 5（a）は、ウエハ W 1 を付属物と一体にして搬送する場合のウエハステージを示す平面図、図 1 5（b）はその一部の側面図、図 1 5（c）は図 1 5（a）でウエハステージ 4 0 A の部分を断面とした正面図であり、図 1 5（a）、（b）、（c）に示すように、ウエハステージ 4 0 A の上面の凹部中に、段差部 1 3 2 a を有する円板状のウエハホルダ 1 3 2 が保持されており、この上方にウエハ W 1 が保持リング 1 3 0 によって支持されている。即ち、保持リング 1 3 0

はウエハW1を囲むと共に、保持リング130に90°間隔で3箇所には設けられた爪状の保持部130a, 130b, 130cによってウエハW1の底面が支持されている。また、保持リング130の上面に180°離れて設けられた取っ手部131A, 131Bが、2本のフォーク状の搬送アーム133の先端部133a, 133bによって支持されている。

【0142】

ウエハW1をロードする際には、図15(c)の状態から搬送アーム133を降下させて、図15(d)に示すように、保持リング130の保持部130a～130cをウエハホルダ132の段差部132a上に載置すると、この途中でウエハW1がウエハホルダ132の上面に載置される。その後、例えばウエハステージ40Aを僅かに手前側に移動させて、搬送アーム133を上昇させることで、ウエハW1のロードが完了する。ウエハW1の搬出を行う場合には、逆の動作を行えばよい。

【0143】

このように図15の実施の形態では、ウエハW1の搬送が付属物としての保持リング130と一体的に行われるため、例えば保持リング130の取っ手部131A, 131Bを大きくすることによって、搬送アーム133による保持リング130及びウエハW1の搬送を確実に、かつ容易に行うことができる。

次に、本発明の実施の形態の他の例につき説明する。まず、図16～図19を参照して上記の投影露光装置のウエハステージ系WSTの別の構成例につき説明する。図3のウエハステージ系WSTはX軸ガイド部材41, 42を2つのウエハステージ40A, 40Bで共用しているのに対して、この構成例では2つのウエハステージ40A, 40Bで独立にX軸ガイド部材を備えているものであり、図16～図19において図1～図3に対応する部分には同一符号を付してその詳細説明を省略する。

【0144】

図16はウエハステージ系の別の構成例を示す平面図、図17は図16のウエハステージ系を示す斜視図であり、図17に示すように、不図示の定盤上に第1可動ベース141A及び第2可動ベース141Bを積み重ねた構造のウエハペー

ス 1 4 0 が載置され、ウエハベース 1 4 0 上に並列にエアーベアリングを介して X 方向、Y 方向に摺動自在に可動交換テーブル 1 4 9 A, 1 4 9 B が載置され、可動交換テーブル 1 4 9 A, 1 4 9 B 上にそれぞれウエハ W 1, W 2 を保持するウエハステージ 4 0 A, 4 0 B が固定されている。本例のウエハステージ 4 0 A, 4 0 B は図 3 のウエハステージ 4 0 A, 4 0 B から Y 方向に駆動するための機構を取り除いたステージであり、フォーカシング及びレベリングを行う機能を備えている。その上方に + Y 方向側に投影光学系 P L が配置され、- Y 方向側にオフ・アクシス方式で撮像方式のアライメントセンサ 2 7 が配置されている。

【 0 1 4 5 】

そして、第 2 可動ベース 1 4 1 B はガイド部材 1 4 2 に沿ってエアーベアリングを介して X 方向に摺動自在に載置され、その上に第 1 可動ベース 1 4 1 A がエアーベアリングを介して Y 方向に摺動自在に載置され、第 1 可動ベース 1 4 1 A の Y 方向の位置はリニアモータ 1 4 3 C によって調整され、第 2 可動ベース 1 4 1 B の X 方向の位置もリニアモータ 1 4 3 A, 1 4 3 B によって調整される。即ち、本例のウエハベース 1 4 0 は、その上の可動交換テーブル 1 4 9 A, 1 4 9 B が X 方向、Y 方向に移動すると、運動量保存則を満たして逆方向に移動すると共に、必要に応じて X 方向、Y 方向の位置を例えば移動可能範囲の中央（中立位置）に戻すことができるように構成されている。これによって、振動の発生が抑制されている。

【 0 1 4 6 】

また、図 1 6 において、ウエハベース 1 4 0 上に Y 方向に近接して、X 方向に所定間隔で第 1 の 1 対の Y 軸ガイド 1 4 5 A, 1 4 6 A、及び第 2 の 1 対の Y 軸ガイド 1 4 5 B, 1 4 6 B が固定され、Y 軸ガイド 1 4 5 A, 1 4 6 A、及び Y 軸ガイド 1 4 5 B, 1 4 6 B の間にそれぞれリニアモータ方式で Y 方向に駆動されるように第 1 の X 軸ガイド部材 1 4 7 A 及び第 2 の X 軸ガイド部材 1 4 7 B が配置されている。更に X 軸ガイド部材 1 4 7 A 及び 1 4 7 B に沿ってそれぞれリニアモータ方式で X 方向に駆動されるように第 1 の X 軸スライダ 1 4 8 A 及び第 2 の X 軸スライダ 1 4 8 B が配置され、X 軸スライダ 1 4 8 A, 1 4 8 B に対して可動交換テーブル 1 4 9 A, 1 4 9 B が連結されている。本例では、可動交換

テーブル 1 4 9 A, 1 4 9 B は、必要に応じて X 軸スライダ 1 4 8 A, 1 4 8 B から切り離して別の X 軸スライダ 1 4 8 B, 1 4 8 A に連結できるように構成されている。

【 0 1 4 7 】

第 1 の Y 軸ガイド 1 4 5 A, 1 4 6 A、X 軸ガイド部材 1 4 7 A、及び X 軸スライダ 1 4 8 A より第 1 の駆動系 D R V A が構成され、第 2 の Y 軸ガイド 1 4 5 B, 1 4 6 B、X 軸ガイド部材 1 4 7 B、及び X 軸スライダ 1 4 8 B より第 2 の駆動系 D R V B が構成されており、第 1 の可動交換テーブル 1 4 9 A (ウエハステージ 4 0 A) と第 2 の可動交換テーブル 1 4 9 B (ウエハステージ 4 0 B) とは互いに交換されて、第 1 の駆動系 D R V A 又は第 2 の駆動系 D R V B によって X 方向、Y 方向、及び回転方向に駆動される。この場合、第 1 の駆動系 D R V A は、投影光学系 P L の下方でウエハステージ 4 0 A, 4 0 B の駆動を行い、第 2 の D R V B は、アライメントセンサ 2 7 の下方でウエハステージ 4 0 A, 4 0 B の駆動を行う。

【 0 1 4 8 】

また、本例ではウエハステージ 4 0 A, 4 0 B の位置計測用にレーザ干渉計よりなる X 軸のウエハ干渉計 1 4 4 A、及び Y 軸の 2 つのウエハ干渉計 1 4 4 B, 1 4 4 C が設けられ、X 軸のウエハ干渉計 1 4 4 A は、投影光学系 P L の光軸 A X を中心とするように X 軸に沿う複数軸の計測ビーム L B 1、アライメントセンサ 2 7 の検出中心を中心とするように X 軸に沿う複数軸の計測ビーム L B 3、及びそれらの中間位置の計測ビーム L B 2 を供給する。図 1 6 の状態では、計測ビーム L B 1 の内の 3 軸のレーザビームがウエハステージ 4 0 A の X 軸の移動鏡 4 8 A X に照射され、1 軸のレーザビームが投影光学系 P L の参照鏡 5 6 A X に照射され、投影光学系 P L を基準としてウエハステージ 4 0 A の X 方向の位置、Z 軸回りの回転角 (ヨーイング量)、及び Y 軸の回りの回転角 (ローリング量) が計測されている。また、計測ビーム L B 3 の内の 2 軸のレーザビームはウエハステージ 4 0 B の X 軸の移動鏡 4 8 B X に照射され、1 軸のレーザビームはアライメントセンサ 2 7 の参照鏡 5 6 B X に照射され、アライメントセンサ 2 7 を基準とするウエハステージ 4 0 B の X 方向の位置、及びヨーイング量が計測されてい

る。

【 0 1 4 9 】

更に、Y軸の第1のウェハ干渉計144Bは投影光学系PLの光軸AXを中心とするようにY軸に沿う複数軸の計測ビームLB4、及びそれからX方向に離れた計測ビームLB6を-Y方向に供給する。なお、計測ビームLB4と共に点線で示すようにZ方向に離れた計測ビームLB5を供給してもよい。図16の状態では、計測ビームLB4の内の2軸のレーザビームがウェハステージ40AのY軸の移動鏡48AYに照射され、1軸のレーザビームが投影光学系PLの参照鏡56AYに照射され、投影光学系PLを基準としてウェハステージ40AのY方向の位置、及びヨーイング量が計測されている。本例では、移動鏡48AXに対するレーザビームの入射位置をウェハW1の表面と同じ高さに設定しているため、ピッチングによるアッペ誤差は生じない。しかしながら、より高精度に位置計測を行うためには、計測ビームLB5も供給して、ウェハステージ40AのX軸回りの回転角（ピッチング量）を計測することが望ましい。

【 0 1 5 0 】

それと対称にY軸の第2のウェハ干渉計144Cはアライメントセンサ27の検出中心を中心とするようにY軸に沿う複数軸の計測ビームLB7、及びそれからX方向に離れた計測ビームLB8を+Y方向に供給している。図16の状態では、計測ビームLB7の内の2軸のレーザビームがウェハステージ40BのY軸の移動鏡48DYに照射され、1軸のレーザビームがアライメントセンサ27の参照鏡56BYに照射され、アライメントセンサ27を基準としてウェハステージ40BのY方向の位置、及びヨーイング量が計測されている。

【 0 1 5 1 】

本例では、ウェハステージ40A、40Bは可動交換テーブル149A、149Bと共にそれぞれ別のX軸ガイド部材147B及び147Aに連結することができ、この場合にもY方向の位置が計測できるように、ウェハステージ40A、40Bにはそれぞれ第2のY軸の移動鏡48CY及び48BYが固定されている。また、ウェハステージ40A及び40Bの交換中にもX方向、Y方向の位置が計測できるように、X軸の計測ビームLB2及びY軸の計測ビームLB6、LB

8 が使用される。そして、投影光学系 P L を基準とする位置計測結果と、アライメントセンサ 2 7 を基準とする位置計測結果とが等しくなるように、ウエハ干渉計 1 4 4 A ~ 1 4 4 C の計測値には予め求められているオフセットが加算されている。

【 0 1 5 2 】

なお、本例ではウエハステージ 4 0 A, 4 0 B を交換している際に、X 軸の計測ビーム L B 2 及び L B 3 が遮られて例えば一方のウエハステージ 4 0 B の X 方向の位置が計測できなくなる恐れがある。この際にも、そのウエハステージ 4 0 B の X 方向の位置を或る一定の値に維持しておくために、Y 軸ガイド 1 4 6 B の近傍にその上のウエハステージ 4 0 B (又は 4 0 A) の X 座標を狭い範囲内で高精度に計測するための光電式、磁気式、又は静電容量式等のリニアエンコーダ 1 5 0 が設置されている。なお、リニアエンコーダ 1 5 0 を使用する代わりに、ウエハ干渉計 1 4 4 A から Y 方向に例えば 4 組以上に分かれた計測ビームを供給して、例えば第 1 のウエハステージ 4 0 A の移動鏡 4 8 A X に比べて、第 2 のウエハステージ 4 0 B の移動鏡 4 8 B X の Y 方向の長さを長くしておいてもよい。この場合、可動交換テーブル 1 4 9 A, 1 4 9 B を交換する場合に、第 1 の可動交換テーブル 1 4 9 A をウエハ干渉計 1 4 4 A 側 (- X 方向側) に、第 2 の可動交換テーブル 1 4 9 B を + X 方向側にすることで、常時 X 方向の位置を計測することができる。

【 0 1 5 3 】

また、本例では、アライメントセンサ 2 7 に近い位置である - Y 方向で、+ X 方向側にウエハのローディングポジションが設定され、このローディングポジションのウエハステージと不図示のウエハローダ系との間で矢印 G 7 で示すようウエハの受け渡しが行われる。即ち、本例の投影露光装置では、ローディングポジション (本例ではプリアライメント位置でもある) は 1 箇所であり、ウエハローダ系は一つである。

【 0 1 5 4 】

本例では、ウエハステージ 4 0 A を第 1 の駆動系 D R V A で駆動して露光を行っている際に、ウエハステージ 4 0 B を第 2 の駆動系 D R V B によって + X 方向

、及び-Y方向に移動して、矢印G 7に示す方向に不図示のウエハローダ系との間でウエハの受け渡しが行われる。その後、ウエハステージ4 0 Bをアライメントセンサ2 7の下方に移動してウエハW 2のアライメントを行い、X軸ガイド部材1 4 7 A, 1 4 7 Bを近付けて、ウエハステージ4 0 A, 4 0 Bの交換を行った後、ウエハステージ4 0 Bを第1の駆動系D R V Aで駆動することによってウエハW 2に対する露光が行われる。この際に、本例では、ウエハステージ4 0 A, 4 0 BはそれぞれX方向、Y方向に完全に独立に運動量保存則を満たした状態で駆動でき、振動の発生が抑制されると共に、アライメントセンサ2 7は一つであるため、ウエハベース1 4 0を小型化でき、露光装置のフットプリント（設置面積）を小さくすることができる。

【0 1 5 5】

また、図1 7において、本例のウエハステージ系は全体として不図示の気密性を有するウエハ室内に収納され、その上面の投影光学系P L及びアライメントセンサ2 7の外周部との間の隙間は、図2の軟性シールド部材1 8 Dと同様の軟性シールド部材（不図示）によって密封される。これによって、本例のウエハステージ系もモジュール方式、又はボックス方式で効率的に組み立てることができる。

【0 1 5 6】

なお、図1 6の投影露光装置においては、可動交換テーブル1 4 9 A, 1 4 9 Bを全体として交換しているが、例えば交換用のロボットアーム（不図示）を設置して、可動交換テーブル1 4 9 A, 1 4 9 BはそれぞれX軸ガイド部材1 4 7 A, 1 4 7 Bに固定して、ウエハステージ4 0 A, 4 0 Bの部分だけを交換するようにしてもよい。更には、ウエハW 1, W 2を保持するウエハホルダ（不図示）を交換可能にして、ウエハホルダとこの上のウエハW 1, W 2とを一体的に交換できるようにしてもよい。

【0 1 5 7】

但し、図1 6、図1 7の投影露光装置では、ウエハステージ4 0 A, 4 0 Bを交換する際に、2組のY軸の干渉計の移動鏡4 8 A Y, 4 8 C Y及び4 8 B Y, 4 8 D Yが計測対象として切り換えられるため、Y方向の位置の計測結果にオフ

セットが乗る恐れがある。そのオフセットは予め高精度に求めておくことが可能である。この場合、例えば各移動鏡 4 8 A Y, 4 8 C Y, 4 8 B Y, 4 8 D Y の計測面の曲がり量（平面度）を予め計測しておき、アライメントセンサ 2 7 による検出結果を用いて、ウエハステージ 4 0 A（又は 4 0 B）の位置を露光用のウエハ干渉計 1 4 4 B でモニタしながら、その移動状態を制御するときに、その 2 組の移動鏡の曲がり起因する計測値の変動量を補正することが望ましい。この場合、ローリング量やピッチング量を計測する干渉計では、その計測ビームが Z 方向に所定間隔だけ離れているため、各計測ビームの位置で前述の曲がり量を計測しておくことが望ましい。

【 0 1 5 8 】

次に、そのようにオフセットを高精度に求めておく方式の他に、Y 軸の移動鏡を共通化する構成も可能である。

図 1 8、及び図 1 9 は、そのように Y 軸の移動鏡を共通化した変形例を示し、図 1 8、図 1 9 において、図 1 6、図 1 7 に対応する部分には同一符号を付してその詳細説明を省略する。

【 0 1 5 9 】

図 1 8 はその変形例のウエハステージ系を示し、図 1 9 はその斜視図であり、図 1 8、図 1 9 に示すように、本例のウエハステージ 4 0 A, 4 0 B はそれぞれ + Y 方向側に一つの Y 軸の移動鏡 4 8 A Y, 4 8 B Y を備えているのみである。そして、アライメントセンサ 2 7 に対する Y 方向の位置を計測するためのレーザ干渉計として、- Y 方向に複数軸の計測ビーム L B 1 0 を照射するウエハ干渉計 1 4 4 D が、投影光学系 P L とアライメントセンサ 2 7 との間に配置されており、図 1 8 の状態では計測ビーム L B 1 0 中の 2 軸のレーザビームが移動鏡 4 8 B Y に照射され、1 軸のレーザビームがアライメントセンサ 2 7 の参照鏡 5 6 B Y に照射されている。この構成では、ウエハステージ 4 0 A, 4 0 B は中央付近を通過できないため、投影光学系 P L 用の Y 軸のウエハ干渉計 1 4 4 B によって、+ X 方向に移動したウエハステージ 4 0 A, 4 0 B の Y 座標を計測できるように、計測ビーム L B 6 と対称に計測ビーム L B 9 が供給されている。その他の構成は図 1 6、図 1 7 と同様である。

【 0 1 6 0 】

この変形例においても、ウエハステージ 4 0 A, 4 0 B は互いに交換されて順次露光、及びアライメントが行われるが、その交換の際に中央部のウエハ干渉計 1 4 4 D を避ける必要がある。しかしながら、そのウエハ干渉計 1 4 4 D の存在によって、ウエハステージ 4 0 A, 4 0 B を交換した場合にも Y 軸の移動鏡 4 8 A Y, 4 8 B Y はそのまま位置計測に使用されるため、アライメント時及び露光時共にウエハステージ 4 0 A, 4 0 B の Y 方向の位置を継続して高精度に計測できる利点がある。また、この変形例のウエハステージも、モジュール方式又はボックス方式で効率的に組み立てることができる。

【 0 1 6 1 】

次に、本発明の更に別の実施の形態の投影露光装置につき図 2 0 ～図 2 4 を参照して説明する。本例もステップ・アンド・スキャン方式の走査露光型の投影露光装置に本発明を適用したものであり、図 2 0 ～図 2 4 において、図 1 ～図 3 に対応する部分には同一符号を付してその詳細説明を省略する。

図 2 0 は、本例の投影露光装置を示す一部を切り欠いた正面図であり、この図 2 0 において、床上に 4 箇所（又は 3 箇所等）の防振台 3 1 を介して定盤 3 2、コラム 3 3 A, 3 3 B、防振台 3 6、及び支持板 3 7 が設置され、支持板 3 7 上のコラム 1 5 1 A, 1 5 1 B、及びコラム 3 3 B 上のコラム 1 5 4 を介して箱状に密閉されたレチクル室 2 3 N が設置されている。そして、コラム 1 5 1 A, 1 5 1 B の上にレチクル室 2 3 N の底面部を挟むようにレチクルベースとしての支持板 3 5 が設置され、コラム 1 5 4 の上にレチクル室 2 3 N の + Y 方向の底面部を挟むようにベース部材 1 5 5 が設置されている。本例では、定盤 3 2、コラム 3 3 A, 3 3 B、防振台 3 6、支持板 3 7、コラム 1 5 1 A, 1 5 1 B, 1 5 4 よりフレーム機構が構成されている。

【 0 1 6 2 】

そして、レチクル室 2 3 N の上面の開口を覆うように軟性シールド部材 1 8 B を介して照明光学系の一部が収納されたサブチャンバ 1 9 が配置され、サブチャンバ 1 9 から露光光 I L が供給されている。また、支持板 3 5 の上面（ガイド面）にエアーベリングを介して 2 次元的に摺動自在にレチクルステージ 2 4 が配置

され、レチクルステージ 2 4 の内部に走査方向（Y 方向）に隣接して 2 枚のレチクル R 1, R 2 が保持されている。レチクルステージ 2 4 は、ベース部材 1 5 5 上のリニアモータ方式の駆動部 1 5 6 によって、連結部材 1 5 7 を介して運動量保存則を満たすように駆動される。支持板 3 5 の - Y 方向側に Y 軸のレチクル干渉計 1 5 8 が設置され、レチクル干渉計 1 5 8 は、投影光学系 P L の側面の 3 軸のコーナキューブ型の参照鏡 1 5 9 を基準としてレチクルステージ 2 4 の Y 方向の位置を計測し、計測値を不図示の主制御系に供給する。

【 0 1 6 3 】

この場合、例えば振動等で支持板 3 5 が回転すると、支持板 3 5 に対して相対的に投影光学系 P L が回転するため、その主制御系は、3 軸の参照鏡 1 5 9 を基準とする位置計測結果の差分より、投影光学系 P L の Z 軸の回りの回転角（ヨーイング量）、及び X 軸の回りの回転角（ピッチング量）を算出し、この結果に基づいて投影光学系 P L に対するレチクルステージ 2 4 の位置関係を補正する。同様に、X 軸のレチクル干渉計も備えられ、このレチクル干渉計によって投影光学系 P L に対するレチクルステージ 2 4 の X 方向の位置が高精度に計測される。本例では、レチクルステージ 2 4、駆動部 1 5 6、連結部材 1 5 7、及びレチクル干渉計 1 5 8 等からレチクルステージ系 R S T N が構成され、レチクルステージ系 R S T N はレチクル室 2 3 N 内に密閉され、レチクル室 2 3 N 内には不図示の配管を介してパージガス（ヘリウム等）が供給されている。この際に、レチクル室 2 3 N とコラム 1 5 1 A, 1 5 1 B との間を覆うように軟性シールド部材 1 6 5 A, 1 6 5 B が装着され、レチクル室 2 3 N と投影光学系 P L の先端部との間を覆うように軟性シールド部材 1 6 5 C が装着され、パージガスに外気が混入しないように構成されている。軟性シールド部材 1 6 5 A ~ 1 6 5 C は、軟性シールド部材 1 8 B と同様の素材より形成されている。

【 0 1 6 4 】

また、定盤 3 2 の上面に投影光学系 P L の下端部を囲むように、箱状に密閉されたウエハ室 3 8 N が設置され、ウエハ室 3 8 N の底面上にエアーベアリングを介して X 方向、Y 方向に摺動自在に並列に 2 つのウエハステージ 4 0 B, 4 0 A（図 2 0 ではウエハステージ 4 0 B が現れている）が載置され、ウエハステージ

4 0 B, 4 0 A 上にそれぞれウエハ W 2, W 1 が保持されている。本例のウエハステージ 4 0 A, 4 0 B はリニアモータ方式の駆動部 1 6 3 によって運動量保存則を満たすように駆動されるが、この際に例えば床面から定盤 3 2、及びウエハ室 3 8 の底面を通して連結部材 1 6 4 を設置して、ウエハステージ 4 0 A, 4 0 B を駆動する際の反力を床面に逃がすようにしてもよい。

【 0 1 6 5 】

また、ウエハ室 3 8 N の上面に、投影光学系 P L の下部側面を囲むようにセンサ取り付け板 1 6 0 が配置されている。センサ取り付け板 1 6 0 は、支持板 3 7 の底面に固定された 2 本のコラム 1 5 3 によって支持されており、センサ取り付け板 1 6 0 の底面の - Y 方向側に Y 軸のウエハ干渉計 1 6 1 が設置され、ウエハ干渉計 1 6 1 は、投影光学系 P L の側面の 3 軸のコーナキューブ型の参照鏡 1 6 2 を基準としてウエハステージ 4 0 A, 4 0 B の Y 方向の位置を計測し、計測値を不図示の主制御系に供給する。

【 0 1 6 6 】

この場合にも、その主制御系は、3 軸の参照鏡 1 6 2 を基準とする位置計測結果の差分より、投影光学系 P L の Z 軸の回りの回転角（ヨーイング量）、及び X 軸の回りの回転角（ピッチング量）を算出し、この結果に基づいて投影光学系 P L に対するウエハステージ 4 0 A, 4 0 B の位置関係を補正する。同様に、X 軸のウエハ干渉計も備えられ、このウエハ干渉計によって投影光学系 P L に対するウエハステージ 4 0 A, 4 0 B の X 方向の位置が高精度に計測される。本例では、ウエハステージ 4 0 A, 4 0 B、駆動部 1 6 3、及びウエハ干渉計 1 6 1 等からダブル・ウエハステージ方式のウエハステージ系 W S T N が構成され、ウエハステージ系 W S T N はウエハ室 3 8 N 内に密閉され、ウエハ室 3 8 N 内のウエハステージ 4 0 A, 4 0 B の周囲には不図示の配管を介してパージガス（ヘリウム等）が供給されている。同様に、投影光学系 P L 内にもパージガスが供給されている。

【 0 1 6 7 】

この際に、ウエハ室 3 8 N 内で投影光学系 P L の最下端部を含む平面部を覆うように軟性シールド部材 1 6 5 E が装着され、ウエハ室 3 8 N とコラム 3 3 A,

3 3 B との間を覆うように軟性シールド部材 1 6 5 D が装着され、ウエハ室 3 8 N 内のウエハステージ 4 0 A, 4 0 B の周囲のパージガスに外気が混入しないように構成されている。また、センサ取り付け板 1 6 0 の底面には、アライメントセンサ 2 7 及び斜入射方式で多点のオートフォーカスセンサ (A F センサ) 1 5 2 が配置されている。その他の照明光学系及びウエハローダ系等は、図 1 及び図 2 の実施の形態と同様である。

【 0 1 6 8 】

本例においても、図 2 0 のレチクル室 2 3 N の底面、及びウエハ室 3 8 N の上面には投影光学系 P L を横方向にスライドできる溝部が形成されており、レチクル室 2 3 N 及びウエハ室 3 8 を別々にモジュール方式 (ボックス方式) で組立調整した後、フレーム機構に対してレチクル室 2 3 N 及びウエハ室 3 8 N を装着することによって、投影露光装置を効率的に組み立てることができる。また、本例では、レチクルステージ 2 4 及びウエハステージ 4 0 A, 4 0 B の位置をそれぞれ投影光学系 P L を基準として直接計測しているため、計測精度が向上し、高い露光精度が得られる。

【 0 1 6 9 】

次に、図 2 0 の投影露光装置用のウエハ干渉計の構成の一例につき図 2 1 を参照して説明する。

図 2 1 (a) は、投影光学系 P L 及びウエハステージ 4 0 A を示す平面図、図 2 1 (b) はその正面図であり、図 2 1 (a), (b) において、ウエハステージ 4 0 A の Y 方向の位置を計測するための Y 軸のウエハ干渉計 1 7 0 が配置されており、ウエハ干渉計 1 7 0 は、複数軸のレーザビームの射出部 1 7 1 と、これらの射出部 1 7 1 からの複数軸のレーザビームをそれぞれ参照ビームと計測ビームとに分離して再び合成するビームスプリッタ部 1 7 2 と、参照ビームを反射する反射部 1 7 3 と、ダブルパス方式で干渉させるために計測ビームを往復させる光学ユニット 1 7 4 と、戻された参照ビームと計測ビームとの複数軸の干渉光を受光する光電変換素子よりなる複数のレシーバ 1 7 5 とを備えている。この場合、一例として参照ビームと計測ビームとを異なる偏光状態で僅かに周波数を異ならしめるヘテロダイン干渉方式で計測が行われる。

【 0 1 7 0 】

そして、ウエハ干渉計 1 7 0 から射出された 2 軸の参照ビーム L B R は、投影光学系 P L の参照鏡としての 2 軸の反射ユニット 1 7 6 A, 1 7 6 B で反射されて反射部 1 7 3 で反射された後、再び反射ユニット 1 7 6 A, 1 7 6 B で反射されてビームスプリッタ部 1 7 2 に戻される。一方、ビームスプリッタ部 1 7 2 から射出された複数軸の計測ビーム L B M は、光学ユニット 1 7 4 とウエハステージ 4 0 A の Y 軸の移動鏡 4 8 A Y との間をミラー M 2 1 を介して 2 回往復した後、ビームスプリッタ部 1 7 2 に戻り、戻された参照ビーム L B R 及び計測ビーム L B M の干渉光がレシーバ 1 7 5 で受光される。レシーバ 1 7 5 の出力信号を処理することによって、投影光学系 P L を基準としてウエハステージ 4 0 A の Y 方向の位置、Z 軸の回りの回転角、及び X 軸の回りの回転角が高精度に計測される。

【 0 1 7 1 】

このようにウエハ干渉計 1 7 0 を独立に設けてもよいが、ウエハ干渉計を含むセンサ系の設置面積を小さくするためには、図 2 2 に示すようにウエハ干渉計をアライメントセンサに一体化して設けてもよい。図 2 2 において、図 2 0 に対応する部分には同一符号を付してその詳細説明を省略する。

図 2 2 (a) は、図 2 0 の実施の形態の変形例の要部を示し、図 2 2 (a) において、投影光学系 P L を X 方向に挟むようにセンサ取り付け板 1 6 0 に 2 つのアライメントセンサ 2 7 A, 2 7 B が設置され、アライメントセンサ 2 7 A, 2 7 B にそれぞれ X 軸のウエハ干渉計 1 6 1 A, 1 6 1 B が一体的に装着され、投影光学系 P L の側面に 2 つの X 軸の参照鏡 1 6 2 A, 1 6 2 B が設置されている。また、センサ取り付け板 1 6 0 の両端部に干渉ユニット 1 8 0 A, 1 8 0 B が設置され、干渉ユニット 1 8 0 A, 1 8 0 B の間に配置されている 2 つのウエハステージ 4 0 A 及び 4 0 B の - X 方向の端部、及び + X 方向の端部にそれぞれ X 軸の移動鏡 4 8 A X, 4 8 B X が固定され、ウエハステージ 4 0 A, 4 0 B 上にウエハ W 1, W 2 が保持されている。

【 0 1 7 2 】

図 2 2 (b) は図 2 2 (a) 中のアライメントセンサ 2 7 A の周辺部の拡大図

を示し、この図 2 2 (b) に示すように、ウエハ干渉計 1 6 1 A は、図 2 1 の例と同じ射出部 1 7 1 と、ビームスプリッタ部 1 7 2 と、反射部 1 7 3 と、レシーバ 1 7 5 と、計測ビームを -X 方向に反射するミラー部 1 8 1 とを備え、投影光学系 P L の参照鏡 1 6 2 A は図 2 1 の例と同じ反射ユニット 1 7 6 A, 1 7 6 B より構成されている。また、干渉ユニット 1 8 0 A は、図 2 1 のダブルパス用の光学ユニット 1 7 4 と同じ光学ユニット 1 8 2 と、計測ビームの光路を +X 方向に折り返す反射系 1 8 3 とを備え、ウエハ干渉計 1 6 1 A からの計測ビームは、干渉ユニット 1 8 0 A とウエハステージ 4 0 A の移動鏡 4 8 A X との間を 2 往復してウエハ干渉計 1 6 1 A に戻されて、ここで参照ビームと干渉する。そして、レシーバ 1 7 5 の検出信号を処理することによって、投影光学系 P L を基準としてウエハステージ 4 0 A の X 方向の位置、Z 軸の回りの回転角、及び Y 軸の回りの回転角が計測される。この構成では、アライメントセンサ 2 7 A に対してウエハ干渉計 1 6 1 A が一体化されているため、センサ系の設置面積が小さくなり、センサ系を容易に設置できる利点がある。

【 0 1 7 3 】

なお、図 2 2 の構成に関して、ウエハ干渉計 1 6 1 A の全部をアライメントセンサ 2 7 A に設けなくともよい。即ち、ウエハ干渉計 1 6 1 A の一部である射出部 1 7 1 (計測用光源) やレシーバ 1 7 5 (受光部) などは、他の部材、例えば支持板 3 7 と一体的に設けるようにしてもよい。この場合、その発熱などによるアライメントセンサ 2 7 A への悪影響を低減できる。

【 0 1 7 4 】

更に、図 2 3 (a) は、図 2 2 (b) のアライメントセンサ 2 7 A と投影光学系 P L との間に A F センサの照射部 (又は受光部でもよい) 1 5 2 A を配置した場合の平面図、図 2 3 (b) は、図 2 3 (a) の正面図であり、図 2 3 (a) において、アライメントセンサ 2 7 A には、アライメント時にウエハステージ 4 0 A の Y 軸の移動鏡 4 8 A Y の位置を計測するための Y 軸のウエハ干渉計 1 6 1 C が一体的に設置されている。ウエハ干渉計 1 6 1 C から +Y 方向に射出された計測ビームはダブルパス用の光学ユニット 1 8 4 と、Y 軸の移動鏡 4 8 Y との間を計測ビームを Y 方向に折り返す反射系 1 8 5 を経て 2 往復してウエハ干渉計 1 6

1 Cに戻り、ここで内部で生成される参照ビームと合成されて光電変換され、この検出信号に基づいてアライメントセンサ 2 7 A を基準としてウェハステージ 4 0 A の Y 方向の位置、及び Z 軸の回りの回転角（ヨーイング量）が計測される。

【 0 1 7 5 】

この場合、ウェハ干渉計 1 6 1 C から射出される計測ビームは、Z 方向においてウェハ W 1 の表面（ウェハ面）と同じ高さで移動鏡 4 8 A Y に入射しており、X 軸の回りのピッチング方向にはアッペ誤差が生じないように構成されている。これによって、アライメントセンサ 2 7 A（2 7 B も同様）を基準として Y 方向の位置計測を行う場合には、ピッチング量を計測する必要がなくなり、Y 軸のウェハ干渉計 1 6 1 C の構成が簡素化される。

【 0 1 7 6 】

これに対して、図 2 3（a）に示すように、X 軸の移動鏡 4 8 A X の上面はほぼウェハ面と同じ高さであり、X 軸の計測ビームをウェハ面と同じ高さで移動鏡 4 8 A X に照射するのは困難である。そこで、X 方向の位置計測に関しては、Z 方向に離れた 2 軸の計測ビームを供給して、Y 軸の回りの回転角（ローリング量）を計測し、この計測値に基づいてローリング量に起因するアッペ誤差の補正を行うようにしている。

【 0 1 7 7 】

また、図 2 3 の構成例では、ウェハ干渉計 1 6 1 A から投影光学系 P L の参照鏡 1 6 2 A に供給される参照ビームは、A F センサの照射部 1 5 2 A の周囲を通過しているため、アライメントセンサ 2 7 A、ウェハ干渉計 1 6 1 A、及び A F センサを極めて小さい配置面積で設置できる利点がある。

図 2 4（a）は図 2 3 の Y 軸の移動鏡 4 8 A Y、図 2 4（b）は図 2 3 の X 軸の移動鏡 4 8 A X を示し、図 2 3 の構成例では、図 2 4（a）に示すように、アライメントセンサ 2 7 A、2 7 B を基準とした Y 方向の位置計測用として、それぞれ 1 軸の計測ビーム L B B、L B C が移動鏡 4 8 A Y にウェハ面 W S と同じ高さで供給される。この場合、本例はダブルパス方式であるため、各計測ビーム L B B、L B C はそれぞれ 2 本のビームより構成されている。これは以下の計測ビームも同様である。そして、投影光学系 P L を基準とした Y 方向の位置計測用と

して、3軸（ダブルパス方式で6本）の計測ビームLBAが移動鏡48AYに供給され、最小限で1軸の参照ビームLBR Cが投影光学系PLの参照鏡162Cに供給されている。なお、参照鏡162Cは、図21の反射ユニット176Aと同じ光学系であり、計測ビームLBAの内の2軸はウエハ面WSと同じ高さである。

【0178】

また、図24（b）に示すように、投影光学系PLを基準としたX方向の位置計測用として、3軸（ダブルパス方式で6本）の計測ビームLBDが移動鏡48AXに供給され、最小限で1軸の参照ビームLBR Aが投影光学系PLの参照鏡162Aに供給されている。なお、図23の参照鏡162Aは2軸分であるが、図24（b）の参照鏡162Aは、最小限必要な1軸分で表している。X軸の計測ビームLBDは何れもウエハ面WSよりも低い高さで照射されている。更に、本例では図22の第2のウエハステージ40BのX軸の移動鏡48BXに対しても3軸の計測ビームが照射される。また、レーザ干渉計の光路上のパーズガスの屈折率の計測用に1軸分の計測ビームを使用するものとする、ウエハ干渉計の全体としては、参照ビームを除いて、以下のように12軸分の計測ビームが必要である。

【0179】

アライメントセンサ用の2軸＋投影光学系用の3軸×3＋屈折率計測用の1軸
＝12軸

次に、図22の実施の形態の変形例につき図25～図29を参照して説明する。この図25～図29において、図22に対応する部分には同一符号を付してその詳細説明を省略する。

【0180】

図25は、この変形例の要部を示し、この図25において、投影光学系PLの下端に取り付けられたセンサ取り付け板160にアライメントセンサ27Aが設置され、アライメントセンサ27AにX軸のウエハ干渉計201が一体的に装着され、投影光学系PLの側面に図22の反射ユニット176Aと同じX軸の固定鏡208（図29（a）参照）が設置されている。更に、アライメントセンサ2

7 Aには、偏光ビームスプリッタ202、平面ミラーよりなる参照鏡203、205 A、光電検出器よりなるレシーバ204、212、1/4波長板205 B、205 C、及びレーザビームの光路を90° 折り曲げるミラー部材206が設置されている。また、センサ取り付け板160の-X方向の端部に、レーザビームの光路をX方向で反転する2つの2面反射鏡207 A及び207 Bが設置され、ウエハステージ40 Aの-X方向の端部にX軸の移動鏡48 A Xが固定されている。本例の2面反射鏡207 A、207 Bの頂点は、Z方向にDZ1だけずれている。

【0181】

本例において、不図示のレーザ光源から入射した2つの偏光成分（直交する直線偏光）を含むレーザビームLFは、ウエハ干渉計201内で実線で示す第1ビームLF1と点線で示す第2ビームLG1とに分かれる。そして、第1ビームLF1の第1の偏光成分（参照ビーム）は、偏光ビームスプリッタ202で反射されて、1/4波長板205 Bを介して参照鏡203で反射された後、偏光ビームスプリッタ202を透過してレシーバ204に入射する。更に、第1ビームLF1の第2の偏光成分（計測ビーム）は、偏光ビームスプリッタ202、1/4波長板205 C、ミラー部材206、2面反射鏡207 Aを経て投影光学系PLの固定鏡208に入射し、固定鏡208で反射されたその第2の偏光成分は、2面反射鏡207 A、ミラー部材206を介して参照鏡205 Aで反射されて再び固定鏡208に戻される。固定鏡208に戻された第1ビームLF1の第2の偏光成分は、2面反射鏡207 A、ミラー部材206、1/4波長板205 C、偏光ビームスプリッタ202を経て、上記の第1の偏光成分と合成されてレシーバ204に入射する。このレシーバ204の検出信号より、ダブルパス方式で投影光学系PLの固定鏡208のX座標を計測することができる。

【0182】

一方、第2ビームLG1については、ウエハ干渉計201中にダブルパス方式で検出を行うための光学ユニット（図28参照）が組み込まれており、その第2ビームLG1の第1の偏光成分（参照ビーム）は不図示の参照鏡で反射されてレシーバ212に入射する。また、第2ビームLG1の第2の偏光成分（計測ビー

ム) は、偏光ビームスプリッタ 2 0 2、 $1/4$ 波長板 2 0 5 C、ミラー部材 2 0 6、及び 2 面反射鏡 2 0 7 B を経てウエハステージ 4 0 A の移動鏡 4 8 A X に入射する。そして、移動鏡 4 8 A X で反射されたその第 2 の偏光成分は、2 面反射鏡 2 0 7 B、ミラー部 2 0 6、 $1/4$ 波長板 2 0 5 C、偏光ビームスプリッタ 2 0 2 を経てウエハ干渉計 2 0 1 中の不図示の光学ユニットで光路がシフトするように反射された後、再び偏光ビームスプリッタ 2 0 2、 $1/4$ 波長板 2 0 5 C、ミラー部材 2 0 6、及び 2 面反射鏡 2 0 7 B と移動鏡 4 8 A X との間を往復してウエハ干渉計 2 0 1 内に戻され、戻されたその第 2 の偏光成分は、上記の第 1 の偏光成分と合成されてレシーバ 2 1 2 に入射する。この検出信号より、ダブルパス方式でウエハステージ 4 0 A の移動鏡 4 8 A X の X 座標を計測することができる。そして、ウエハステージ 4 0 A の移動鏡 4 8 A X の X 座標から投影光学系 P L の固定鏡 2 0 8 の X 座標を減算することによって、投影光学系 P L を基準としたウエハステージ 4 0 A の X 座標 (相対座標) を求めることができる。

【 0 1 8 3 】

図 2 5 の例において、アライメントセンサ 2 7 A に固定されたミラー部材 2 0 6 の反射面と、2 面反射鏡 2 0 7 A、2 0 7 B の反射面との X 方向の間隔 $D X 1$ が変動してもウエハステージ 4 0 A の相対座標は変化しない。これに対して、ミラー部材 2 0 6 の反射面と、投影光学系 P L の固定鏡 2 0 8 の反射面との間の X 方向の間隔 $D X 2$ が振動等によって変動すると、この変動量はそのままウエハステージ 4 0 A の相対座標の変動、ひいてはアライメント誤差となる。従って、その間隔 $D X 2$ はできるだけ短く設定することが望ましい。

【 0 1 8 4 】

また、2 つの 2 面反射鏡 2 0 7 A、2 0 7 B の頂点の Z 方向の間隔 $D Z 1$ が 0 で無い場合には、振動等によってセンサ取り付け板 1 6 0 が僅かに傾斜して 2 面反射鏡 2 0 7 A、2 0 7 B が傾くと、その傾斜角を θ (r a d) として、ウエハステージ 4 0 A の相対座標にはほぼ $\theta \cdot D Z 1$ の誤差 (いわゆるサイン誤差) が発生する。従って、そのサイン誤差の発生を防止するためには、2 面反射鏡 2 0 7 A、2 0 7 B の頂点を合わせるか、又は 2 面反射鏡 2 0 7 の頂点を X 軸に平行な軸上に配置して、その間隔 $D Z 1$ を 0 とすることが望ましい。

【 0 1 8 5 】

ここで、2つの2面反射鏡207A, 207の頂点がずれている場合の計測誤差について図26及び図27を参照して説明する。

図26(a)は、仮想的に図25の2面反射鏡207A, 207Bと、これらに対応する2面反射鏡よりなる参照鏡216A, 216Bとを一体的な光学ブロック220で表したものであり、この図26(a)において、2面反射鏡207A, 207Bの頂点の間隔をLとする。この場合、第1ビームLF1によって2面反射鏡207Aと参照鏡216Aとの間隔の変動量が計測され、第2ビームLG1によって2面反射鏡207Bと参照鏡216Bとの間隔の変動量が計測されるため、仮に振動等によって2点鎖線のブロック220Aで示すように、2面反射鏡207Bと参照鏡216Bとの間隔が縮んで、2面反射鏡207A, 207Bの頂点を結ぶ直線が角度 θ (rad)だけ傾斜した状態になると、第1ビームLF1及び第2ビームLG1の光路はそれぞれ点線で示す光路LF1A及びLG1Aにシフトする。そして、ほぼ $L \cdot \theta$ の計測誤差が生じることになる。

【 0 1 8 6 】

また、図26(b)の2点鎖線のブロック220Bで示すように、光学ブロック220が一体的に角度 θ だけ傾斜した場合にも、同様にほぼ $L \cdot \theta$ の計測誤差が生じる。

これに対して、図27は、図25の2面反射鏡207A, 207Bと参照鏡216A, 216Bとを仮想的に一体的な光学ブロック220で表している点は図26(a)と同様であるが、図27の例では、第1ビームLF1及び第2ビームLG1は、それぞれ光学ブロック220内の面221上で2つのビームに分岐されている点が図26(a)とは異なっている。この場合に2点鎖線のブロック220Cで示すように光学ブロック220が一体的に回転しても、計測誤差は生じない。

【 0 1 8 7 】

次に、図25の実施の形態の変形例につき図28、図29を参照して説明する。この図28、図29において、図25に対応する部分には同一符号を付してその詳細説明を省略する。

図 2 8 は、この変形例の要部を示し、この図 2 8 において、投影光学系 P L の下端に取り付けられたセンサ取り付け板 1 6 0 にアライメントセンサ 2 7 A が設置され、アライメントセンサ 2 7 A に X 軸のウエハ干渉計 2 0 1 A が一体的に装着され、投影光学系 P L の - X 方向の側面に X 軸の固定鏡 2 0 8 (図 2 9 (a) 参照) が設置され、アライメントセンサ 2 7 A の - X 方向の側面にも X 軸の固定鏡 2 0 9 が設置され、ウエハステージ 4 0 A の側面に移動鏡 4 8 A X が設置されている。アライメントセンサ 2 7 A は、例えば広帯域の照明光 A L のもとで被検マークの像を形成するレンズ系 2 1 0 及び 2 1 1 を備えている。

【 0 1 8 8 】

図 2 9 (a) は、アライメントセンサ 2 7 A の近傍の領域を示す平面図であり、この図 2 9 (a) に示すように、固定鏡 2 0 9 は、固定鏡 2 0 8 と同様に入射するレーザービームを所定間隔を隔てて往復させる機能を備えており、固定鏡 2 0 9 の幅は、固定鏡 2 0 8 の幅よりも狭く設定されている。また、図 2 9 (b) は図 2 9 (a) の側面図であり、図 2 9 (b) に示すように、固定鏡 2 0 9 によって第 3 ビーム L H 1 が反射され、固定鏡 2 0 8 によって第 1 ビーム L F 1 が反射される (詳細後述)。

【 0 1 8 9 】

図 2 8 に戻り、ウエハ干渉計 2 0 1 A 中には、固定鏡 2 0 8, 2 0 9 用の偏光ビームスプリッタ 2 1 3 A と、移動鏡 4 8 A X 用の偏光ビームスプリッタ 2 1 3 B とが配置されている。そして、前者の偏光ビームスプリッタ 2 1 3 A には、1/4 波長板 2 1 4 A, 2 1 7 A、参照鏡 2 1 5 A, 2 1 7 A、及び 2 面反射鏡 2 1 6 A が設置され、後者の偏光ビームスプリッタ 2 1 3 B には、1/4 波長板 2 1 4 B, 2 1 7 B、参照鏡 2 1 5 B、及び 2 面反射鏡 2 1 6 B が配置され、ウエハ干渉計 2 0 1 A 中には 3 個のレシーバ 2 1 2, 2 0 4 F, 2 0 4 H、及び 2 つの偏光ビームスプリッタ 2 1 3 A, 2 1 3 B からのレーザービームを 90° 折り曲げるための共通のミラー部材 2 0 6 も配置されている。また、センサ取り付け板 1 6 0 の - X 方向の端部に 2 つの 2 面反射鏡 2 0 7 A, 2 0 7 B が、頂点の高さが Z 方向で同じ高さになるように設置されている。

【 0 1 9 0 】

図 2 8 の構成例において、不図示のレーザ光源からウェハ干渉計 2 0 1 A に対して、それぞれ 2 つの偏光成分（直交する直線偏光）を含む第 1 ビーム L F 1、第 2 ビーム L G 1、及び第 3 ビーム L H 1 が供給されている。そして、第 1 ビーム L F 1 の第 1 の偏光成分（参照ビーム）は、偏光ビームスプリッタ 2 1 3 A で反射されて 1 / 4 波長板 2 1 4 A、参照鏡 2 1 5 A を往復した後、2 面反射鏡 2 1 6 A 及び偏光ビームスプリッタ 2 1 3 A を経てレシーバ 2 0 4 F に入射する。更に、第 1 ビーム L F 1 の第 2 の偏光成分（計測ビーム）は、偏光ビームスプリッタ 2 1 3 A、1 / 4 波長板 2 1 7 A、ミラー部材 2 0 6、2 面反射鏡 2 0 7 A を経て投影光学系 P L の固定鏡 2 0 8 に入射し、固定鏡 2 0 8 で反射されたその第 2 の偏光成分は、2 面反射鏡 2 0 7 A、ミラー部材 2 0 6 を介して参照鏡 2 1 8 A で反射されて再び固定鏡 2 0 8 に戻される。固定鏡 2 0 8 に戻された第 1 ビーム L F 1 の第 2 の偏光成分は、2 面反射鏡 2 0 7 A、ミラー部材 2 0 6、1 / 4 波長板 2 1 7 A を経て偏光ビームスプリッタ 2 1 3 A で反射されて、2 面反射鏡 2 1 6 A を経て上記の第 1 の偏光成分と合成されてレシーバ 2 0 4 F に入射する。このレシーバ 2 0 4 F の検出信号より、ダブルパス方式で投影光学系 P L の固定鏡 2 0 8 の X 座標を計測することができる。

【 0 1 9 1 】

同様に、第 3 ビーム L H 1 もほぼ第 1 ビーム L F 1 と同様に偏光ビームスプリッタ 2 1 3 A を通過するが、第 2 ビーム L H 1 は、アライメントセンサ 2 7 A の側面の固定鏡 2 0 9 によって反射されると共に、2 つの偏光成分（参照ビーム及び計測ビーム）が合成されてレシーバ 2 0 4 H に入射する点が異なっている。このレシーバ 2 0 4 H の検出信号より、ダブルパス方式でアライメントセンサ 2 7 A の固定鏡 2 0 9 の X 座標を計測することができる。

【 0 1 9 2 】

一方、第 2 ビーム L G 1 の第 1 の偏光成分（参照ビーム）は、偏光ビームスプリッタ 2 1 3 B で反射されて 1 / 4 波長板 2 1 4 B、参照鏡 2 1 5 B を往復した後、2 面反射鏡 2 1 6 B、偏光ビームスプリッタ 2 1 3 B、及び 1 / 4 波長板 2 1 4 B を経て参照鏡 2 1 5 B に入射し、参照鏡 2 1 5 B で反射されたその第 1 の偏光成分は偏光ビームスプリッタ 2 1 3 B で反射されてレシーバ 2 1 2 に入射す

る。更に、第2ビームLG1の第2の偏光成分（計測ビーム）は、偏光ビームスプリッタ213B、1/4波長板217B、ミラー部材206、2面反射鏡207Bを経てウエハステージ40Aの移動鏡48AXに入射する。移動鏡48AXで反射されたその第2の偏光成分は、2面反射鏡207B、ミラー部材206、1/4波長板217Bを経て偏光ビームスプリッタ213Bで反射された後、2面反射鏡216Bを経て偏光ビームスプリッタ213Bで反射されて、ミラー部材206、2面反射鏡207Bを経て移動鏡48AXに戻る。そして、移動鏡48AXで反射されたその第2の偏光成分は、2面反射鏡207B、ミラー部材206、1/4波長板217B、及び偏光ビームスプリッタ213Bを経て上記の第1の偏光成分と合成されてレシーバ212に入射する。このレシーバ212の検出信号より、ダブルパス方式でウエハステージ40Aの移動鏡48AXのX座標を計測することができる。

【0193】

このように図28の構成例では、ウエハステージ40A（移動鏡48AX）のX座標XW1、アライメントセンサ27A（固定鏡209）のX座標XA1、及び投影光学系PL（固定鏡208）のX座標XPL1を計測するための3軸の干渉計が設けられている。従って、露光時に投影光学系PLを基準としてウエハステージ40AのX方向の位置を計測する場合には、上記のウエハステージ40AのX座標XW1から投影光学系PLのX座標XPL1を差し引いた後の値（ $= XW1 - XPL1$ ）をウエハステージ40Aの新たなX座標とすればよい。

【0194】

一方、ウエハW1のアライメント時に、アライメントセンサ27Aを基準としてウエハステージ40AのX方向の位置を計測する場合には、第1の方法として上記の値（ $= XW1 - XPL1$ ）をそのまま使用すればよい。そして、アライメントセンサ27Aと投影光学系PLとの間隔の変動量を補正して更に高精度にウエハステージ40AのX方向の位置を計測するためには、先ず投影光学系PLのX座標XPL1からアライメントセンサ27AのX座標XA1を差し引いて、アライメントセンサ27Aと投影光学系PLとのX方向の間隔DX2（ $= XPL1 - XA1$ ）を求める。次に、上記のウエハステージ40AのX座標XW1からそ

の間隔 $DX2$ を差し引いた値 ($= XW1 - DX2$) をウエハステージ 40A の新たな X 座標とすることによって、振動等で間隔 $DX2$ が変動する場合にも、アライメントセンサ 27A を基準として高精度にウエハステージ 40A の X 方向の位置を計測することができる。

【0195】

また、図 28 の構成例では、2 つの 2 面反射鏡 207A, 207B の頂点の Z 方向の高さが同一であるため、センサ取り付け板 160 が傾斜したような場合でも固定鏡 208, 209 の X 座標の計測値と、移動鏡 48AX の X 座標の計測値との間には傾斜角 θ の 2 次の誤差（いわゆるコサイン誤差）が生ずるのみで、ウエハステージ 40A の位置の計測精度が高く維持される。更に、図 28 の構成例では、アライメントセンサ 27A とセンサ取り付け板 160（干渉計の架台）とが一体として傾いた場合でも、アライメントセンサ 27A の傾斜角（テレセントリシティの崩れ量）とウエハ干渉計 201A の傾斜角とが同じであるため、計測誤差は生じない。

【0196】

なお、上記の実施の形態のレチクルステージ系 RST、及びウエハステージ系 WST は、ダブル・ホルダ方式又はダブル・ステージ方式であり、高いスループットが得られる。しかしながら、例えば露光装置をより小型化したいような場合には、レチクルステージ系及びウエハステージ系の少なくとも一方をシングル・ホルダ方式のシングル・ステージとしてもよく、この場合にも本発明が適用できる。

【0197】

また、本発明のフレーム機構は図 1 の構成に限られるものではなく、投影光学系 PL が設置されるコラム 33 とウエハベース 39 とを、防振台 31A～31D で支持される定盤 32 に設ける代わりに、例えば、コラム 33 とウエハベース 39 とを異なる防振台でそれぞれ支持するように構成してもよい。また、前述の実施形態ではウエハベース 39 をコラム 33 から分離して配置するものとしたが、例えば防振台 36 を介してウエハベース 39 をコラム 33 で支持する、或いは支持部材などを介して支持板 37 に対してウエハベース 39 を吊り下げるように構

成してもよい。このとき、定盤 3 2 を支持する防振台 3 1 A ~ 3 1 D を設けなくてもよいし、これに加えて、或いは単独で、防振台 3 6 で支持されるウエハベース 3 9 と投影光学系 P L が固定される支持板 3 7 との間に防振機構を設けるようにしてもよい。

【 0 1 9 8 】

さらに、レチクルステージ 2 4 のうち微動ステージのみを支持板 3 5 上に配置し、粗動ステージはコラム 3 3 と異なる別のベース部材に設けるようにしてもよい。また、前述の実施形態では露光光 I L が通る光路のほぼ全域をパージガスで満たすようにしたが、露光波長によってはその一部のみ、例えば投影光学系と照明光学系のみをパージガスで満たすだけでもよいし、あるいはそのパージガスを回収する機構を設けなくてもよい。さらに、レチクル室 2 3 やウエハ室 3 8 は気密室としたが、その内部にパージガスを供給しないときは単なる筐体でも構わない。

【 0 1 9 9 】

次に、上記の実施の形態の投影露光装置を使用した半導体デバイスの製造工程の一例につき図 3 0 を参照して説明する。

図 3 0 は、半導体デバイスの製造工程の一例を示し、この図 2 0 において、まずシリコン半導体等からウエハ W が製造される。その後、ウエハ W 上にフォトレジストを塗布し（ステップ S 1 0）、次のステップ S 1 2 において、図 1 のレチクル R 1 を照明領域の下方に移動して、レチクル R 1 のパターン（符号 A で表す）をウエハ W 上の全部のショット領域 S E に走査露光する。なお、ウエハ W は例えば直径 3 0 0 m m のウエハ（1 2 インチウエハ）であり、ショット領域 S E の大きさは一例として非走査方向の幅が 2 5 m m で走査方向の幅が 3 3 m m の矩形領域である。次に、ステップ S 1 4 において、現像及びエッチングやイオン注入等を行うことにより、ウエハ W の各ショット領域 S E に所定のパターンが形成される。

【 0 2 0 0 】

次に、ステップ S 1 6 において、ウエハ W 上にフォトレジストを塗布し、その後ステップ S 1 8 において、図 1 のレチクル R 1 の代わりにレチクル R 2 を照明

領域の下方に移動して、レチクルR2のパターン（符号Bで表す）をウエハW上の各ショット領域SEに走査露光する。そして、ステップS20において、ウエハWの現像及びエッチングやイオン注入等を行うことにより、ウエハWの各ショット領域に所定のパターンが形成される。

【0201】

以上の露光工程～パターン形成工程（ステップS16～ステップS20）は所望の半導体デバイスを製造するのに必要な回数だけ繰り返される。そして、ウエハW上の各チップCPを1つ1つ切り離すダイシング工程（ステップS22）や、ボンディング工程、及びパッケージング工程等（ステップS24）を経ることによって、製品としての半導体デバイスSPが製造される。

【0202】

また、上記の実施の形態では、走査露光方式の投影露光装置に本発明を適用したが、本発明はこれに限られず、ステップ・アンド・リピート方式等の一括露光型（静止露光型）の投影露光装置、プロキシミティ方式の露光装置、あるいは、X線等のEUV光を露光ビームとする露光装置や電子線やイオンビーム（エネルギー線）を光源（エネルギー源）とする荷電粒子線露光装置であっても同様に適用することができる。

【0203】

なお、露光装置の用途としては半導体素子製造用の露光装置に限定されることなく、例えば、角型のガラスプレートに形成される液晶表示素子、若しくはプラズマディスプレイ等のディスプレイ装置用の露光装置や、撮像素子（CCD等）、マイクロマシン、薄膜磁気ヘッド、又はDNAチップ等の各種デバイスを製造するための露光装置にも広く適用できる。更に、本発明は、各種デバイスのマスクパターンが形成されたマスク（フォトマスク、レチクル等）をフォトリソグラフィ工程を用いて製造する際の、露光工程（露光装置）にも適用することができる。

【0204】

また、ウエハステージ系やレチクルステージ系にリニアモータを用いる場合は、エア－ベアリングを用いたエア－浮上型、又は磁気浮上型等の何れ的方式で可

動ステージを保持してもよい。

なお、本発明は上述の実施の形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得ることは勿論である。

【 0 2 0 5 】

【発明の効果】

本発明の第 1、第 2 の露光方法及び第 1 の露光装置によれば、ステージ系をモジュール方式で組み立てる場合にも、ステージ系に対して第 1 物体又は第 2 物体を正確な位置関係で受け渡すことができる。従って、ステージ系の組立調整が容易であると共に、露光装置全体の組立調整を容易に、かつ迅速に行うことができる。

【 0 2 0 6 】

そして、ステージ室と搬送室との間を覆う被覆部材を設けた場合には、そのステージ室の内部に露光ビームを透過する気体を供給する場合に、その気体を有効利用して、その光路でのその気体の濃度を高く維持できる。

また、本発明の第 3 の露光方法、及び第 2 の露光装置によれば、搬送途中で第 1 物体又は第 2 物体の位置合わせを行っているため、ステージ系に対する位置合わせ精度が向上する。従って、ステージ系をモジュール方式で構成することができ、露光装置全体の組立調整を容易に、かつ迅速に行うことができる。

【 0 2 0 7 】

また、本発明の第 4 の露光方法、及び第 3、第 4 の露光装置によれば、ステージ系、又は計測系を小型化できるため、モジュール方式を採用してステージ系等を組み立てる場合に、露光装置の設置面積を小さくできる。

また、本発明の第 5 ～ 第 7 の露光装置によれば、ステージ系を例えばモジュール方式で容易に組み立てることができると共に、ステージ系と投影系との位置関係を高精度に計測できる利点がある。

【 0 2 0 8 】

更に本発明のデバイス製造方法によれば、本発明の露光方法を用いて低コストで、又は高いスループットで各種デバイスを製造できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施の形態の一例の投影露光装置を示す一部を切り欠いた概略構成図である。

【図 2】 図 1 の投影露光装置の一部を切り欠いた右側面図である。

【図 3】 図 2 のウエハ室 3 8 及びウエハローダ室 7 0 の内部のウエハステージ系及びウエハローダ系を示す一部を切り欠いた平面図である。

【図 4】 図 3 のウエハ室 3 8 及びウエハローダ室 7 0 の外観を示す平面図である。

【図 5】 図 3 のウエハ室 3 8 及びウエハローダ室 7 0 に対するパージガスの吹き出し口及び排気口等を示す平面図である。

【図 6】 図 2（図 3）の投影光学系 P L、ウエハ室 3 8、及びウエハローダ室 7 0 の組立調整時の状態を示す斜視図である。

【図 7】 （a）は投影光学系 P L とウエハ室との間の軟性シールド部材 1 8 D を示す図、（b）は搬送口 5 2 A、7 4 A の間の軟性シールド部材 1 8 F を示す図である。

【図 8】 （a）は図 3 中のウエハローダ室 7 0 の左半面の内部を示す一部を切り欠いた平面図、（b）は図 8（a）の一部を切り欠いた正面図である。

【図 9】 図 3 のスライドアーム 7 7 A によるウエハの搬送動作の説明図である。

【図 1 0】 （a）は実施の形態の一例のプリアライメント機構 9 2 A のロードアーム 1 1 6 を示す平面図、（b）はその正面図、（c）は図 1 0（b）の C C 線に沿う断面図である。

【図 1 1】 （a）はそのプリアライメント機構 9 2 A のロードアーム 1 1 6 及びアンロードアーム 1 2 4 を示す平面図、（b）はその正面図である。

【図 1 2】 ロードアーム 1 1 6 によってウエハステージ上にウエハをロードする際の動作説明図である。

【図 1 3】 （a）は実施の形態の一例のウエハホルダを示す平面図、（b）は図 1 3（a）に対応するウエハステージの部分を正面から見た断面図、（c）は図 1 3（b）からウエハ W 1 を上昇させた状態を示す図、（d）は図 1 3（c）から更にウエハホルダ 1 2 8 を上昇させる状態を示す図である。

【図 1 4】 本発明の実施の形態の他の例のウエハの搬出動作を示す説明図である。

【図 1 5】 本発明の実施の形態の他の例のウエハの搬送機構を示す図である。

【図 1 6】 本発明の実施の形態の他の例のウエハステージ系を示す平面図である。

【図 1 7】 図 1 6 のウエハステージ系を示す斜視図である。

【図 1 8】 図 1 6 のウエハステージ系の変形例を示す平面図である。

【図 1 9】 図 1 8 のウエハステージ系を示す斜視図である。

【図 2 0】 本発明の実施の形態の更に別の例の投影露光装置を示す一部を切り欠いた正面図である。

【図 2 1】 (a) は図 2 0 の投影露光装置に使用できるウエハ干渉計の一例を示す平面図、(b) はその正面図である。

【図 2 2】 (a) は図 2 0 の投影露光装置の変形例の要部を示す正面図、(b) は図 2 2 (a) のアライメントセンサ 2 7 A 及びこの周囲の部材の構成を拡大して示す正面図である。

【図 2 3】 (a) は図 2 2 のウエハ干渉計の変形例を示す平面図、(b) はその正面図である。

【図 2 4】 図 2 3 のウエハ干渉計の計測軸の説明図である。

【図 2 5】 図 2 2 の実施の形態の変形例の要部を示す構成図である。

【図 2 6】 図 2 5 の実施の形態における計測誤差の説明図である。

【図 2 7】 図 2 6 の構成における計測誤差を解消するための構成例を示す図である。

【図 2 8】 図 2 5 の実施の形態の変形例の要部を示す構成図である。

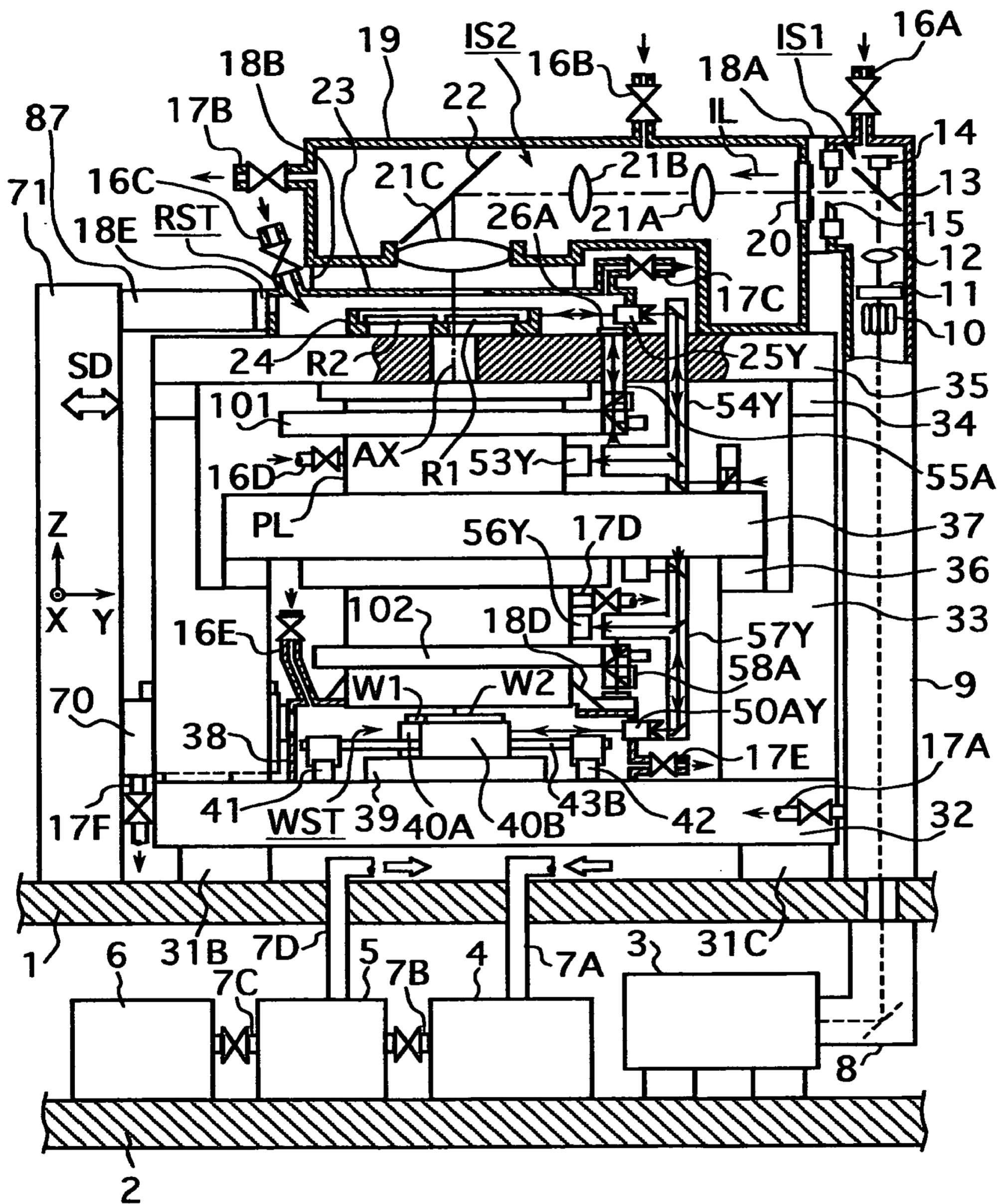
【図 2 9】 (a) は図 2 8 の固定鏡 2 0 8, 2 0 9 を示す平面図、(b) は図 2 9 (a) のビーム L F 1, L H 1 を側面から見た図である。

【図 3 0】 本発明の実施の形態の一例の投影露光装置を用いた半導体デバイスの製造工程の一例を示す図である。

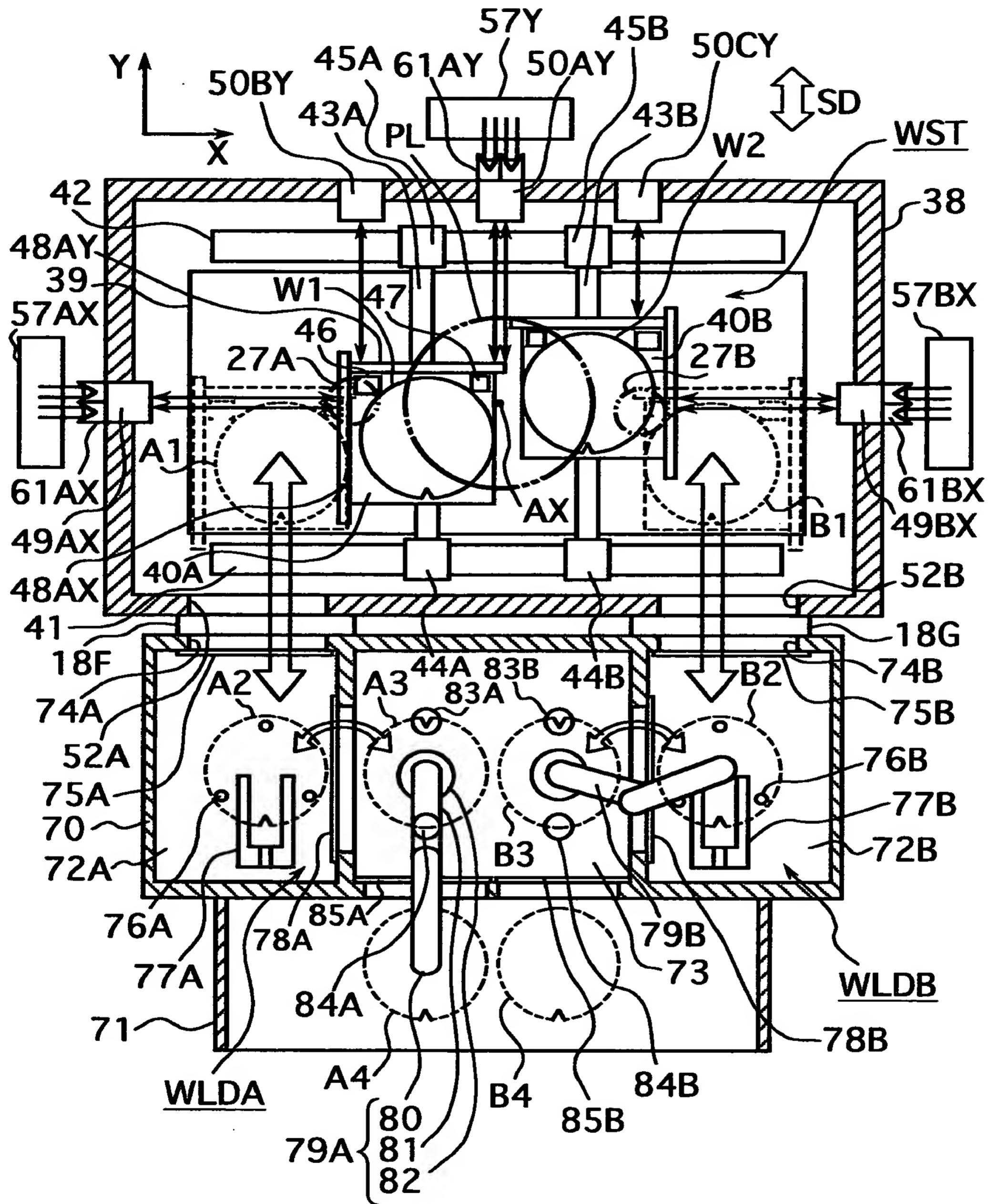
【符号の説明】

3…露光光源、4…回収装置、5…給気装置、9, 19…サブチャンバ、IS
1…第1照明系、IS2…第2照明系、18A~18G…軟性シールド部材、2
3…レチクル室、RST…レチクルステージ系、24…レチクルステージ、R1
, R2…レチクル、25X, 25Y…レチクル干渉計、PL…投影光学系、38
…ウエハ室、WST…ウエハステージ系、40A, 40B…ウエハステージ、W
1, W2…ウエハ、49AX, 49BX, 50AY…ウエハ干渉計、54X, 5
4Y, 57AX, 57BX, 57Y…干渉計ユニット、55A~55C, 58A
~58C…干渉計ユニット、70…ウエハローダ室、72A, 72B…待機室、
73…予備室、WLDA, WLDB…ウエハローダ系、71…インターフェース
・コラム、116…ロードアーム、124…アンロードアーム

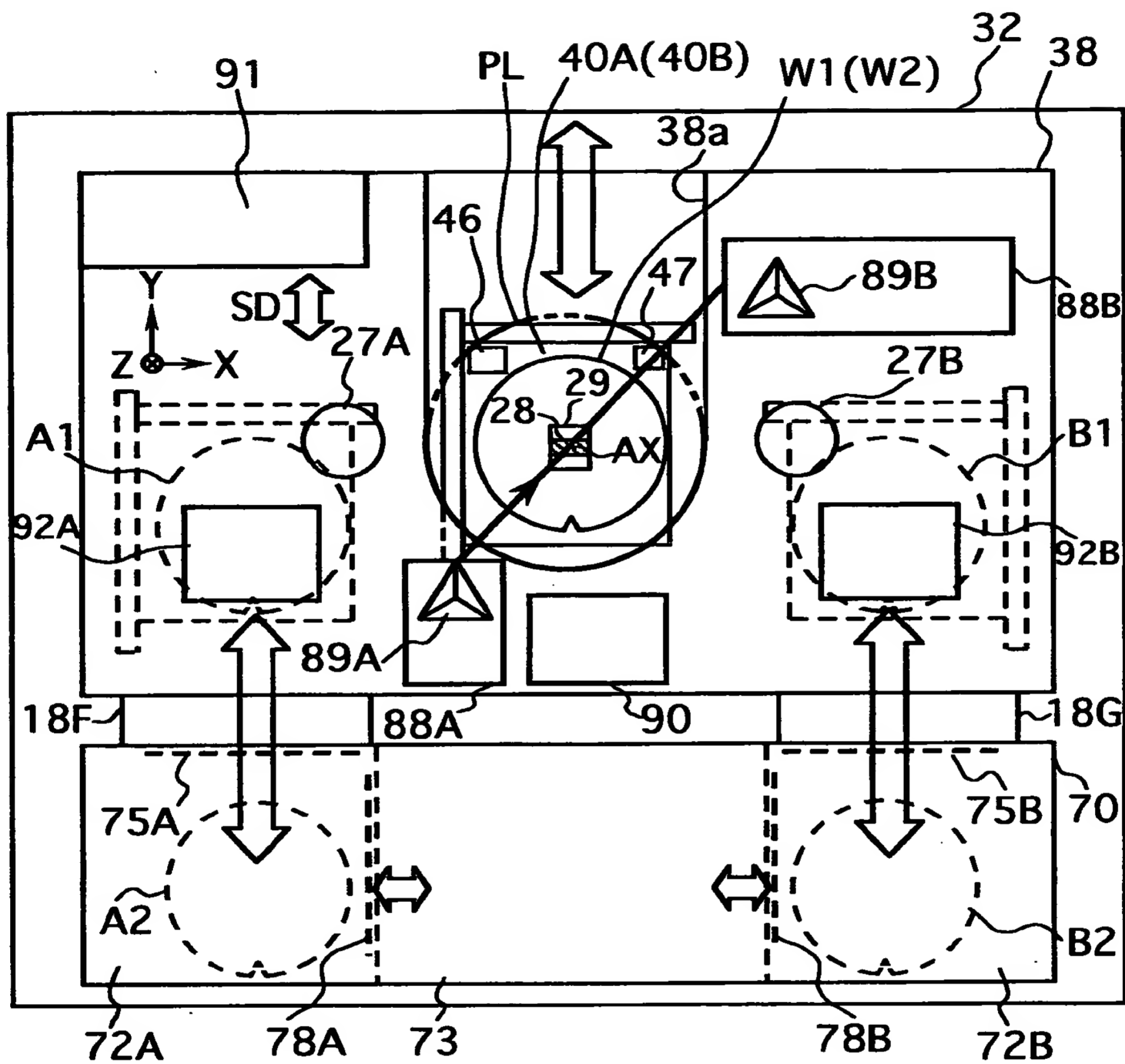
【図2】



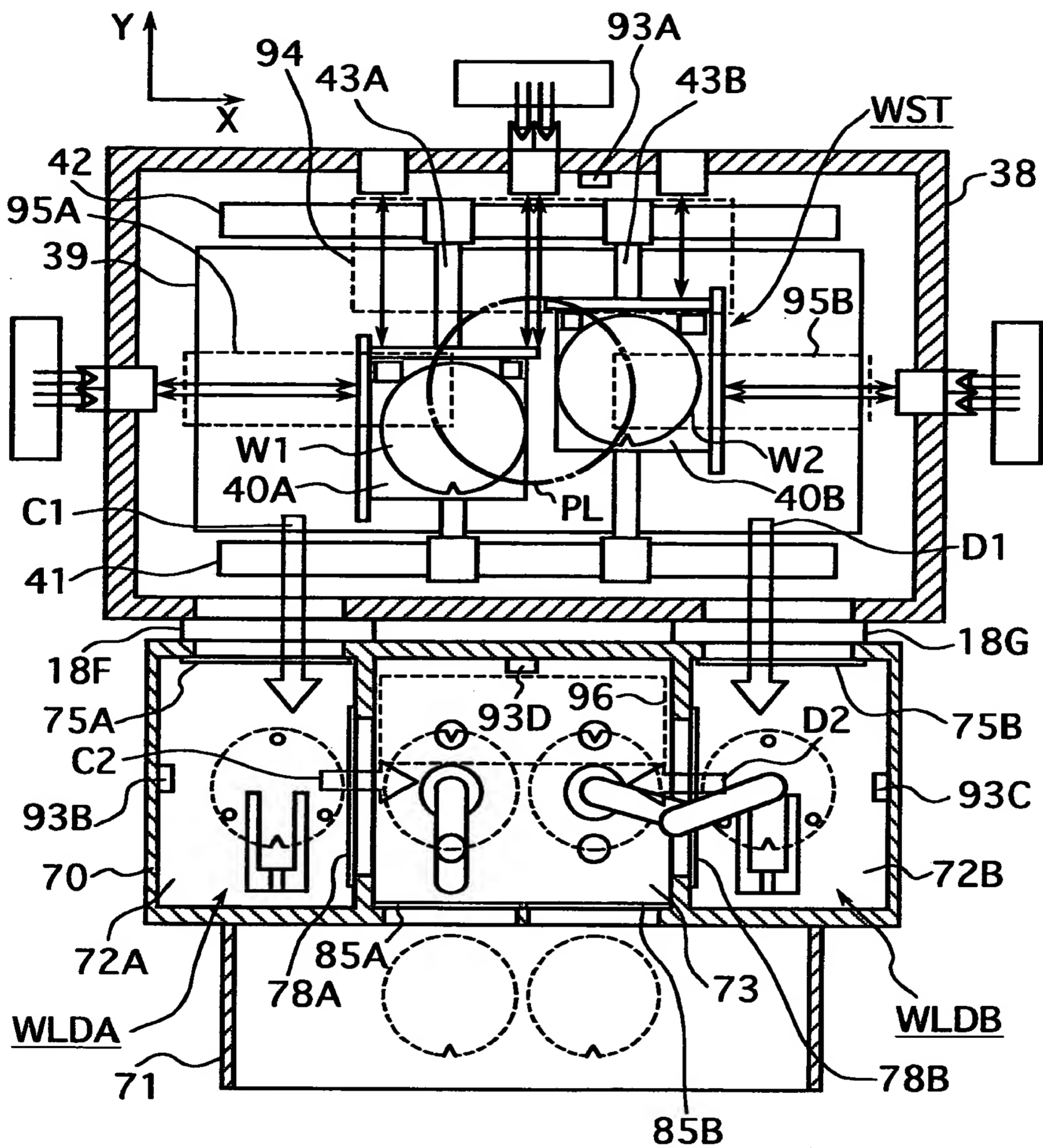
【図3】



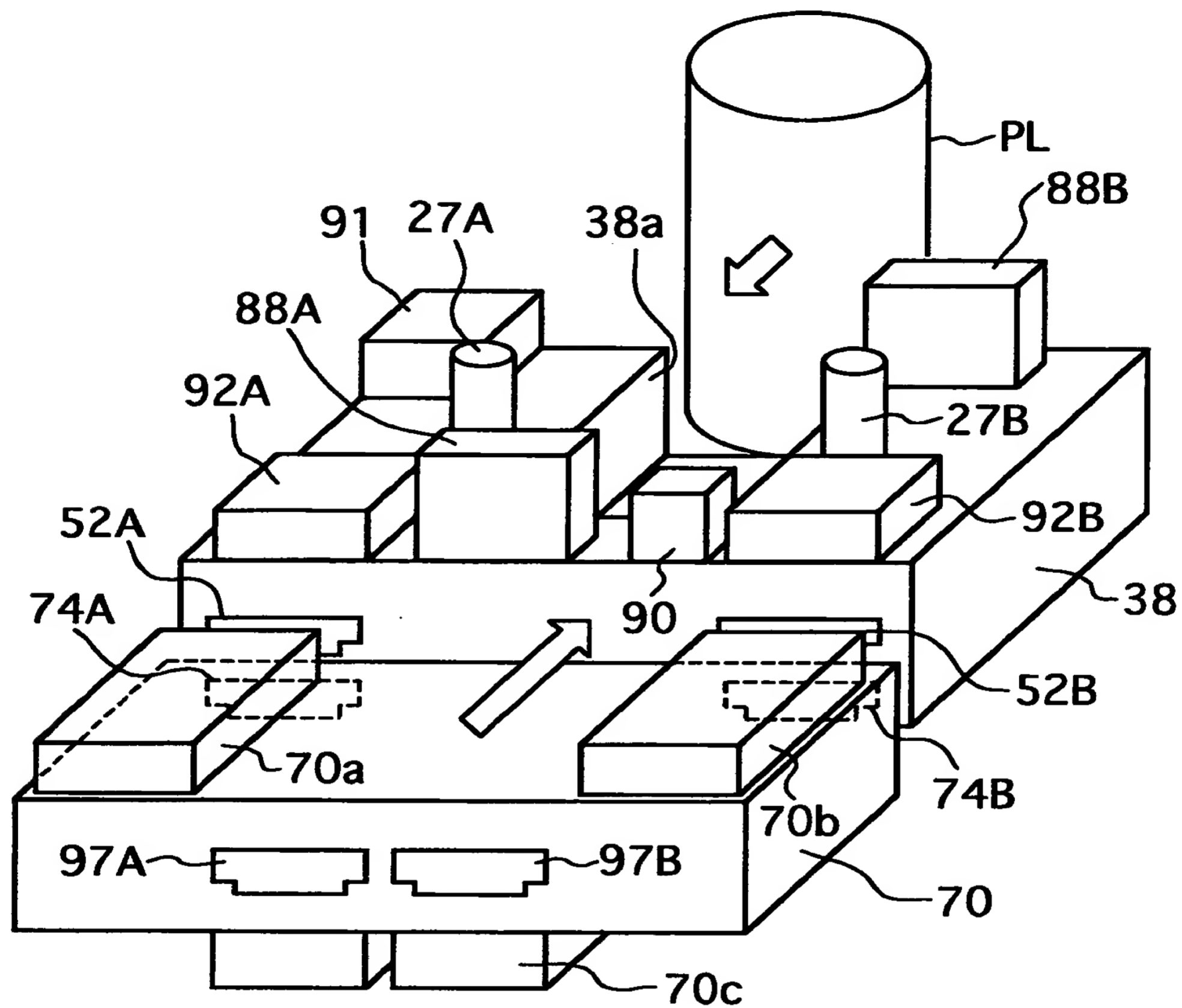
【図 4】



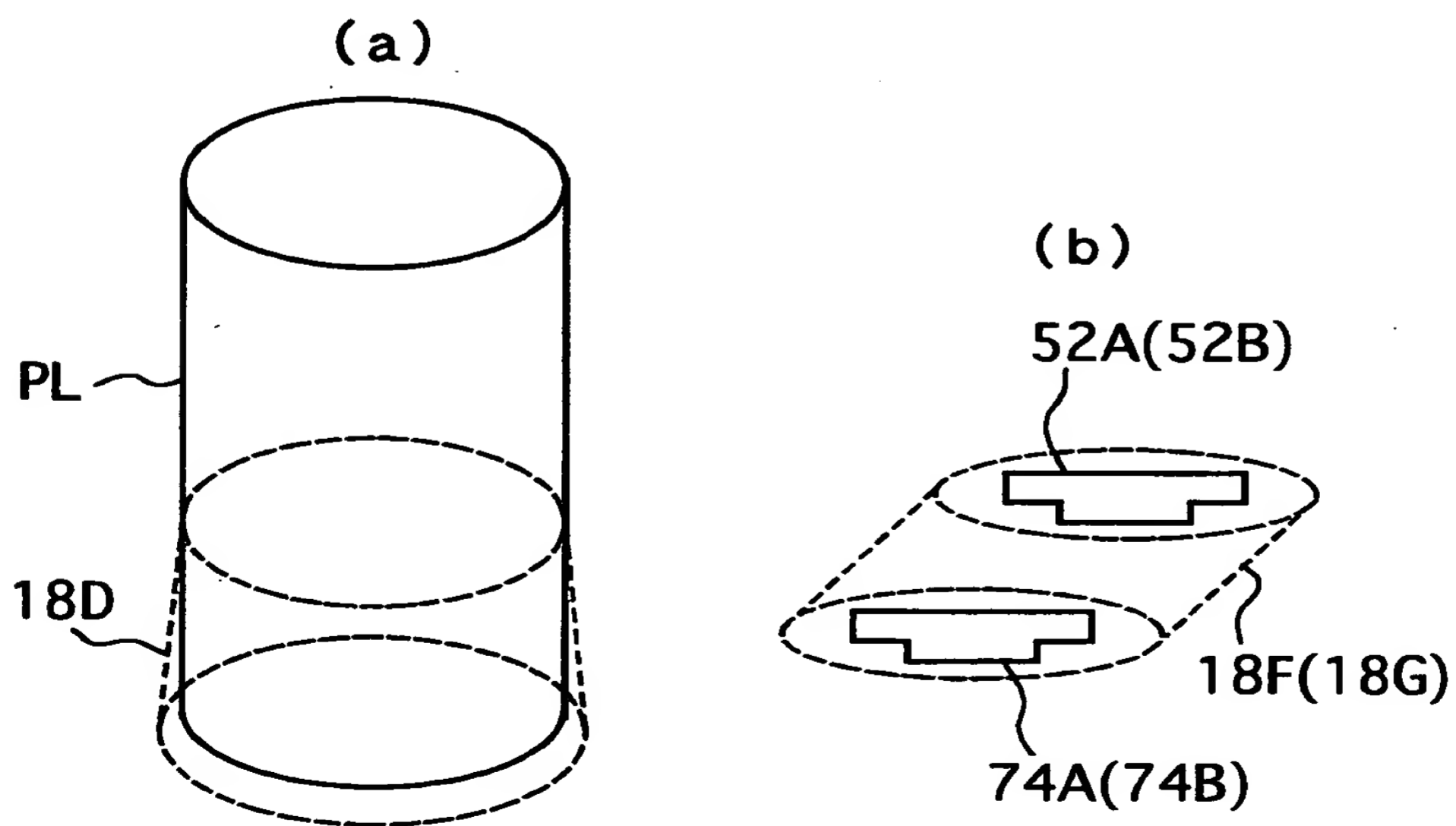
【図 5】



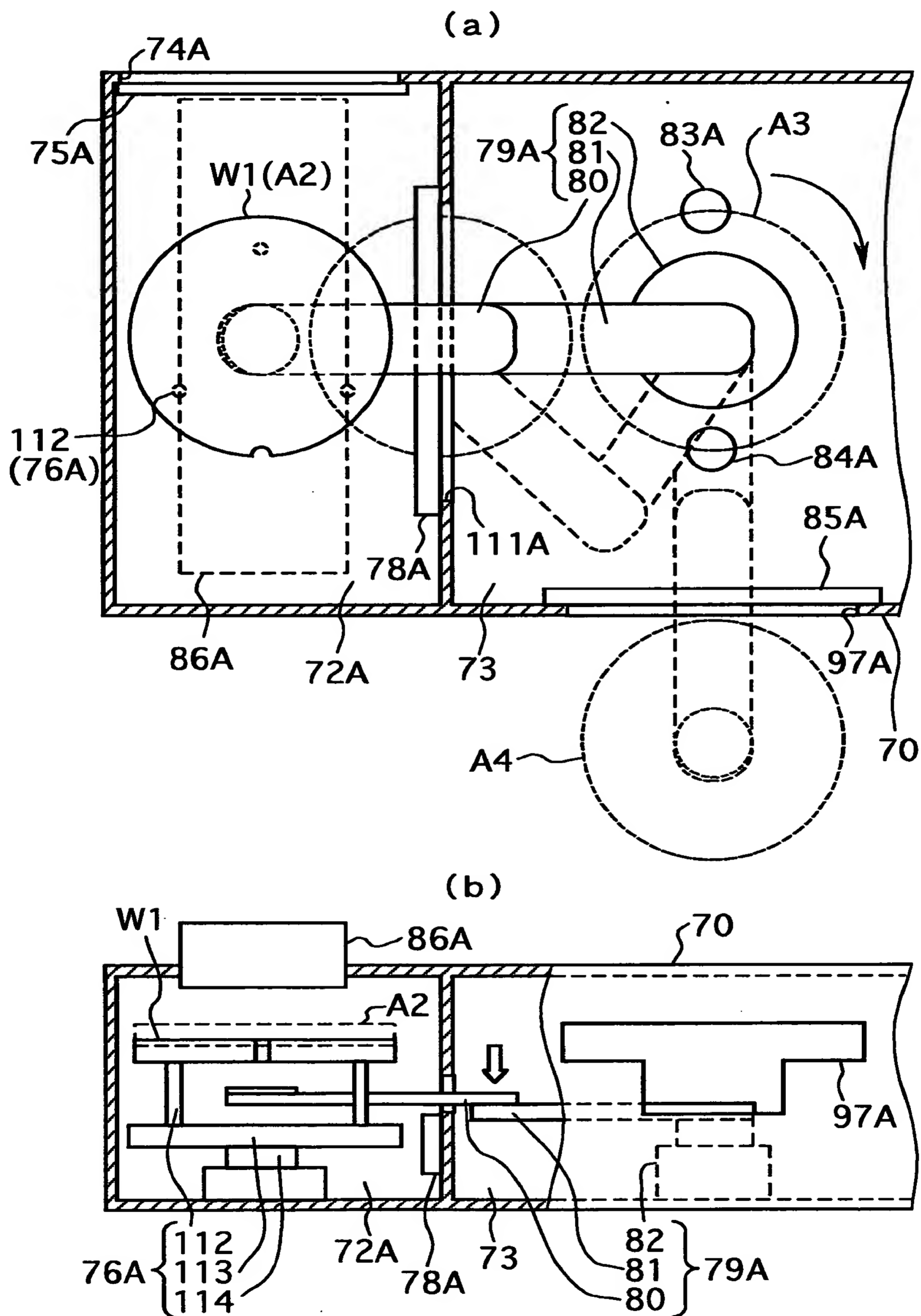
【図 6】



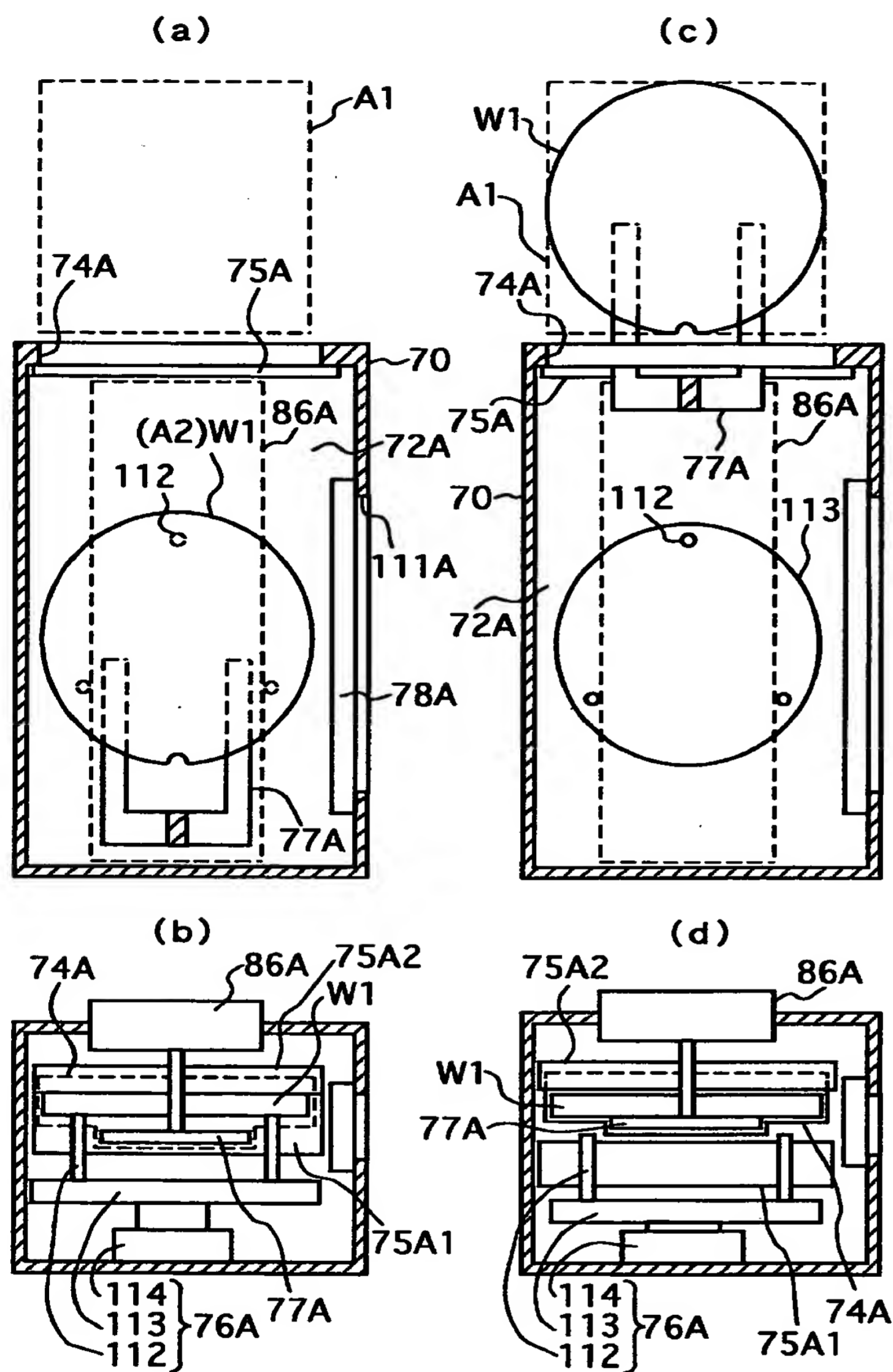
【図 7】



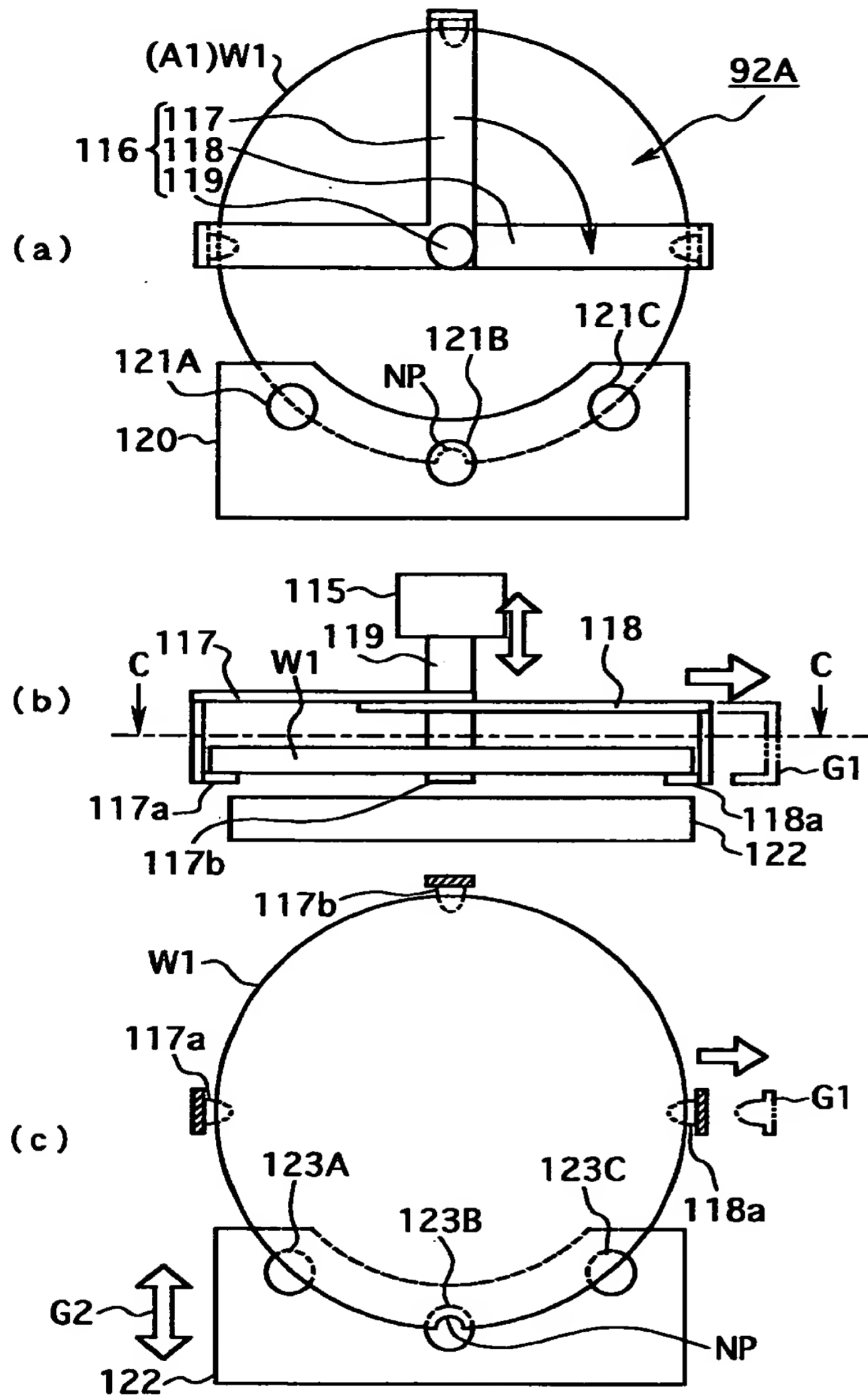
【図 8】



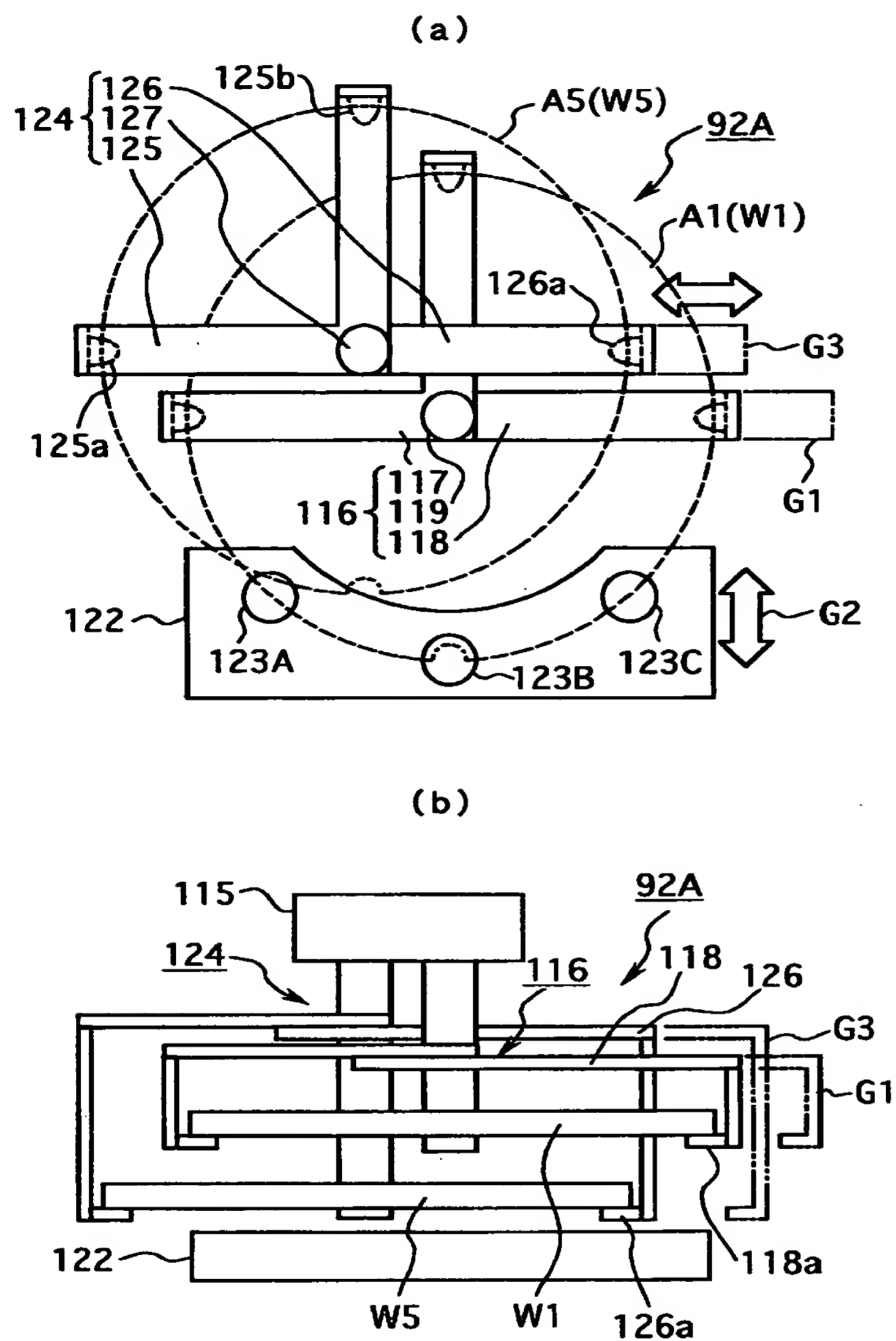
【図9】



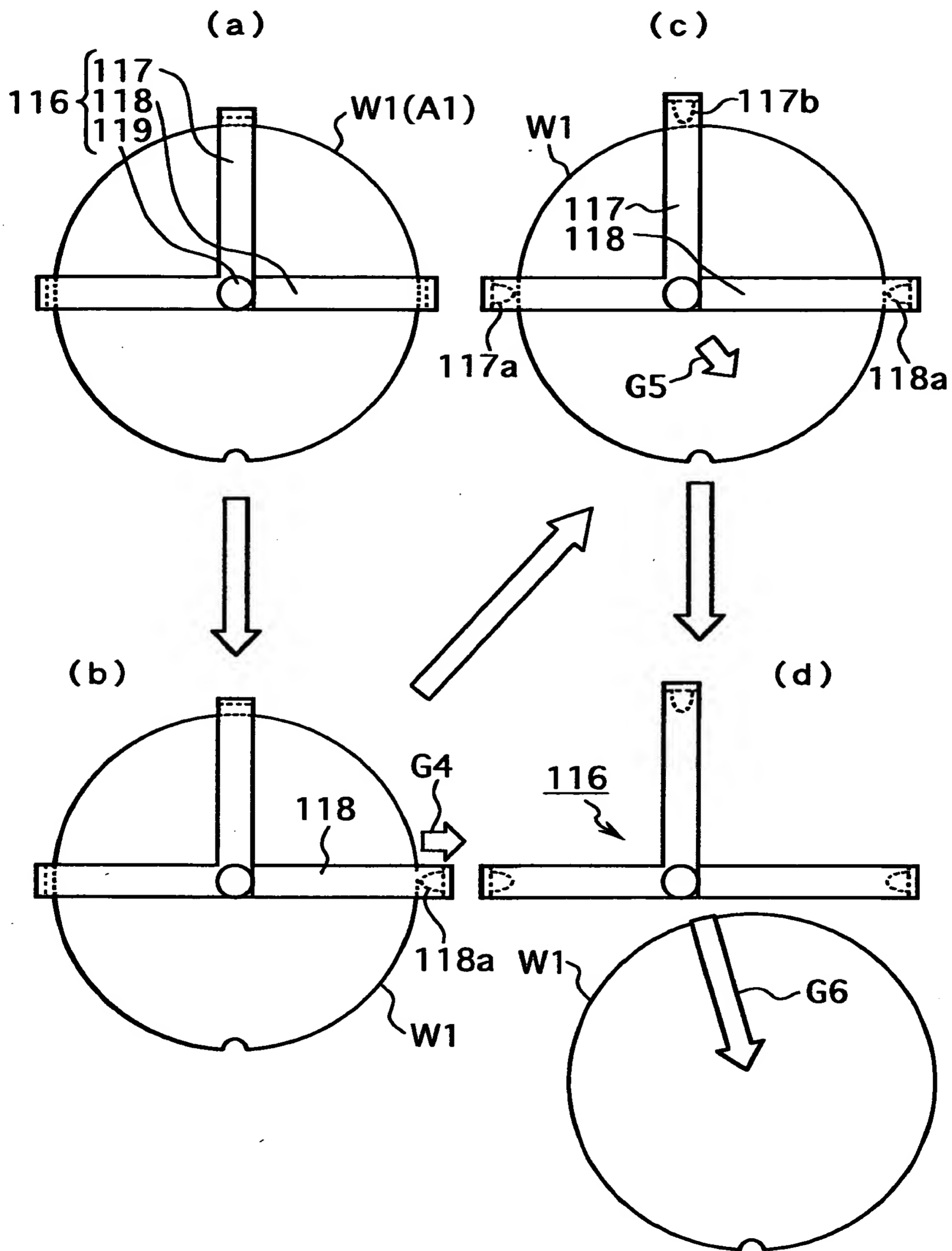
【図10】



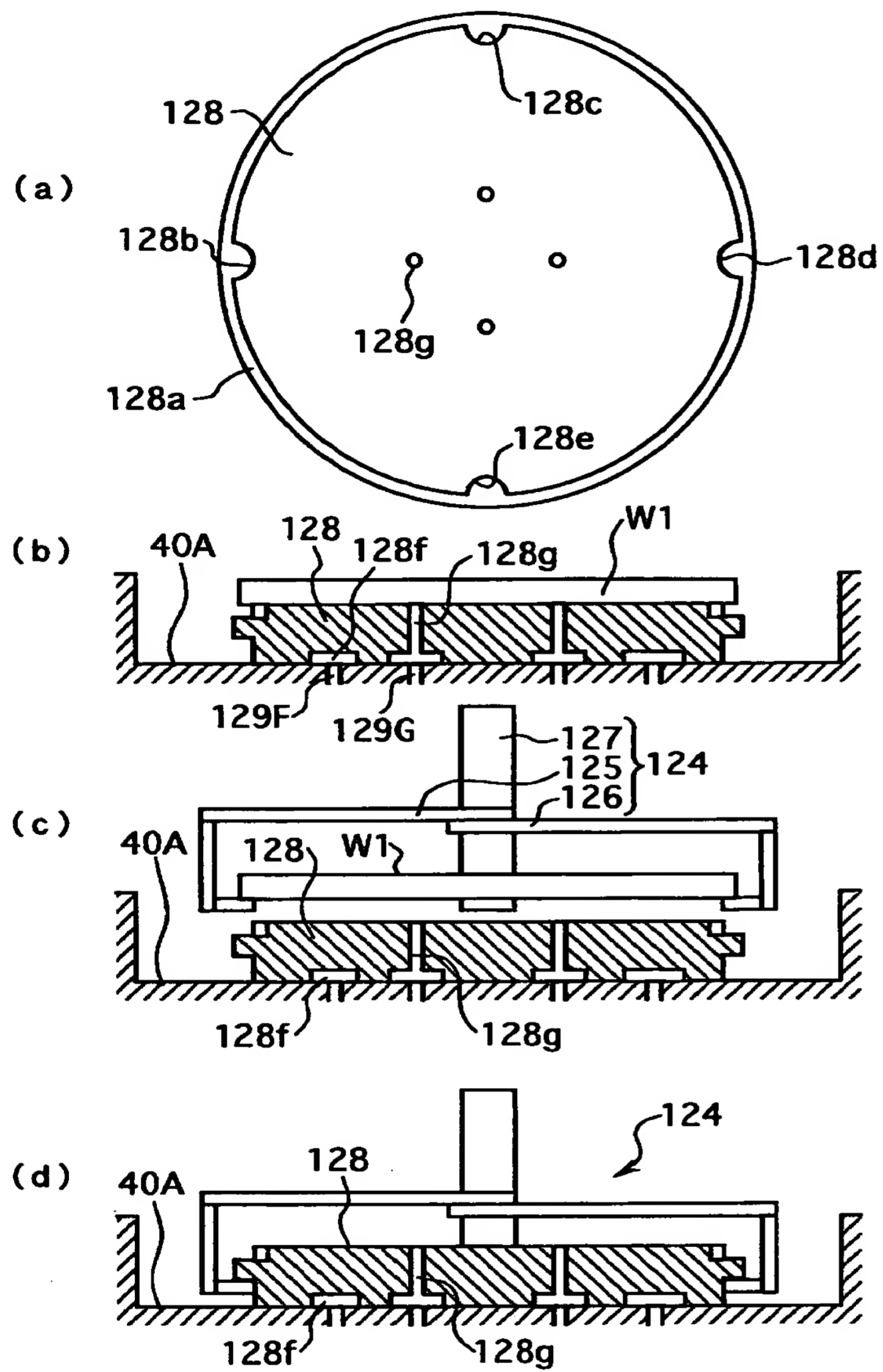
【図11】



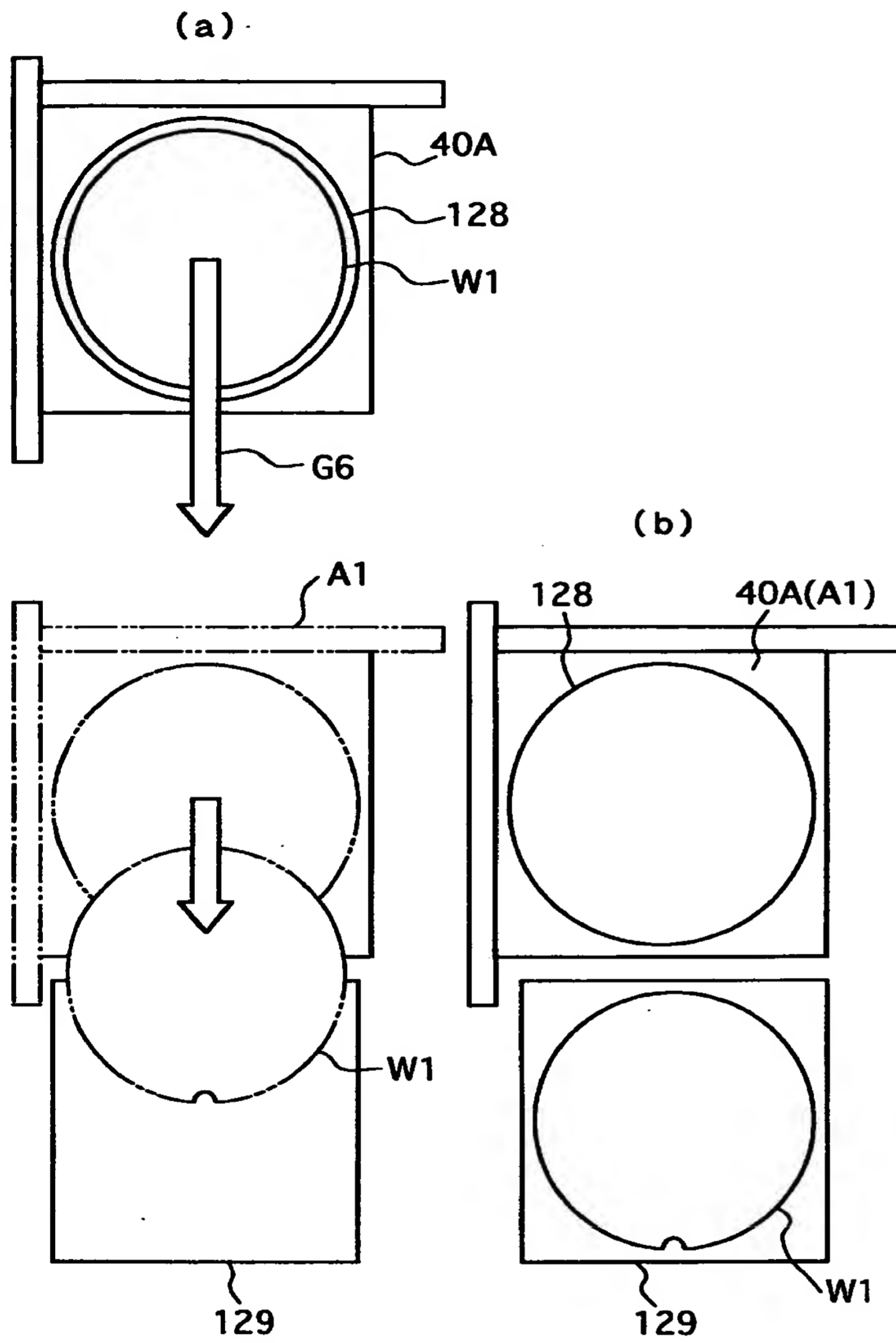
【図12】



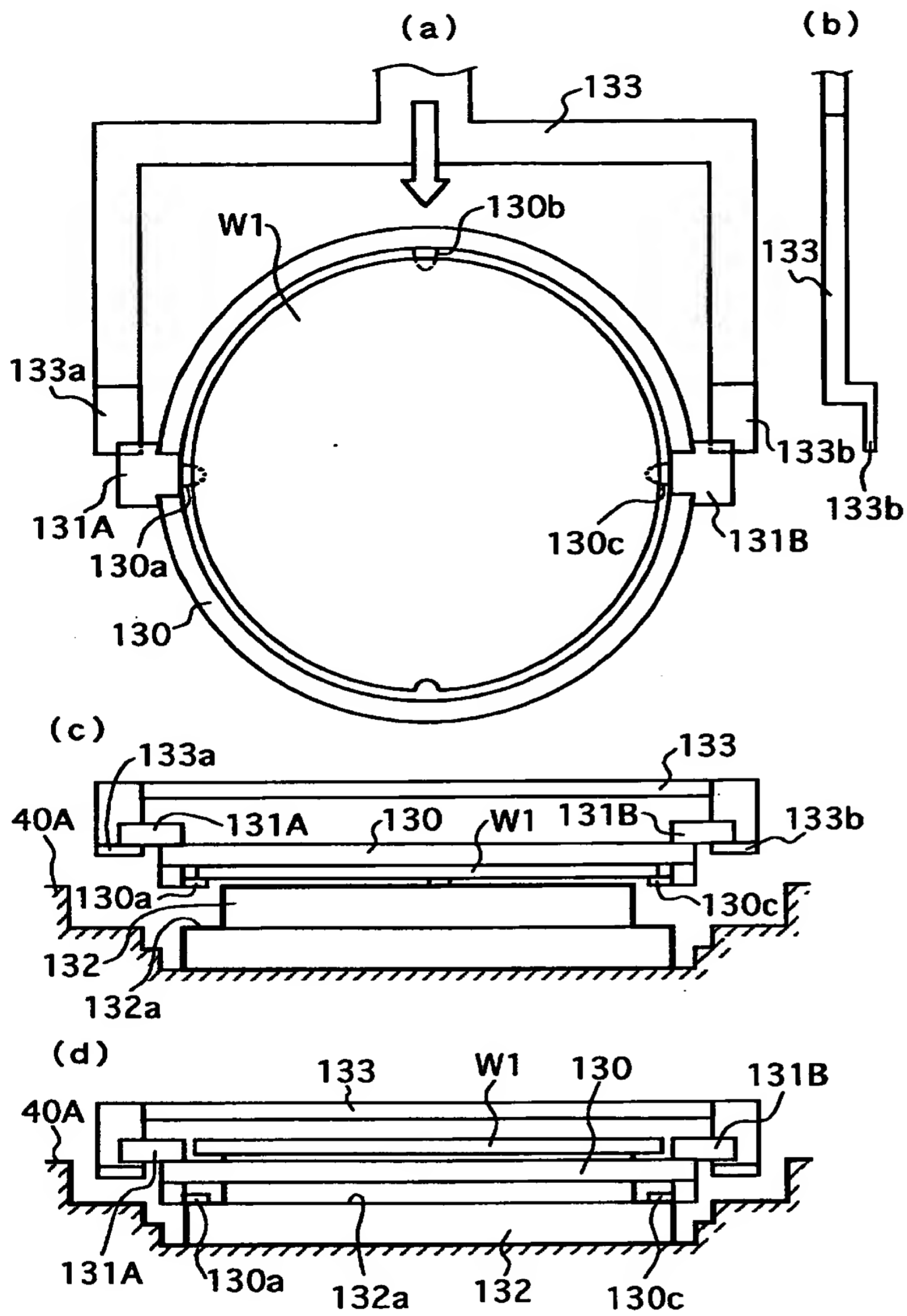
【図 1 3】



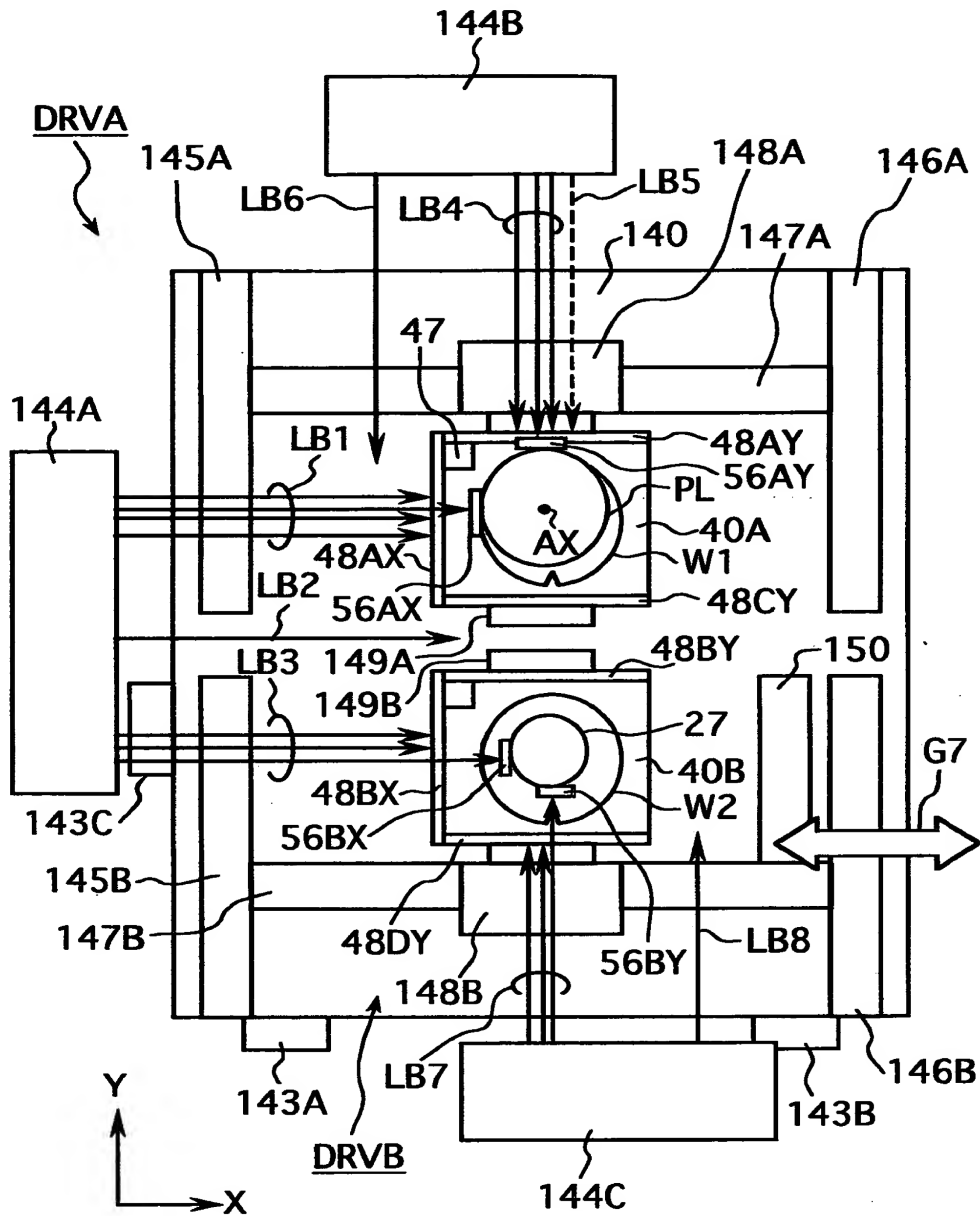
【図 1 4】



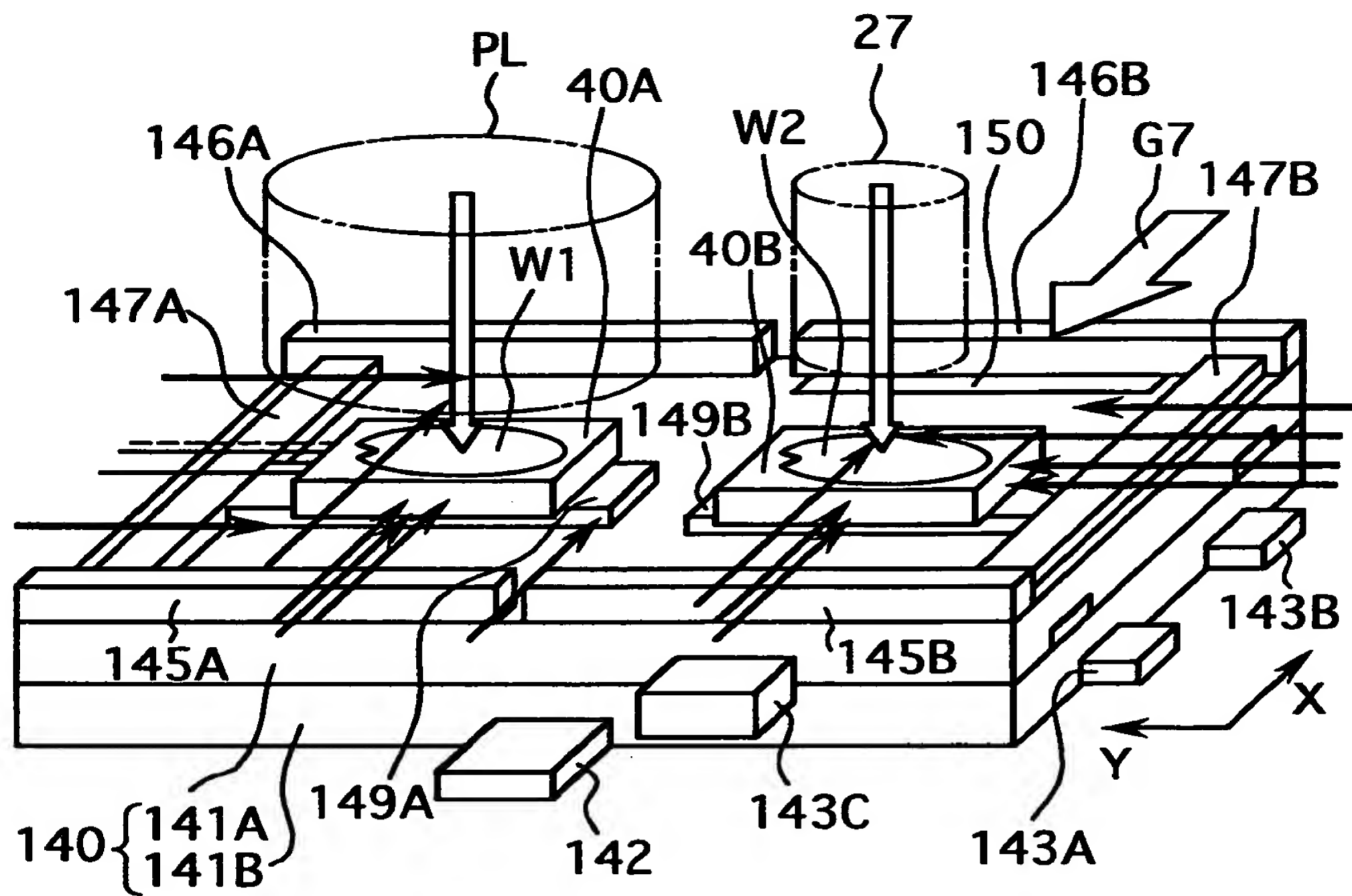
【図 15】



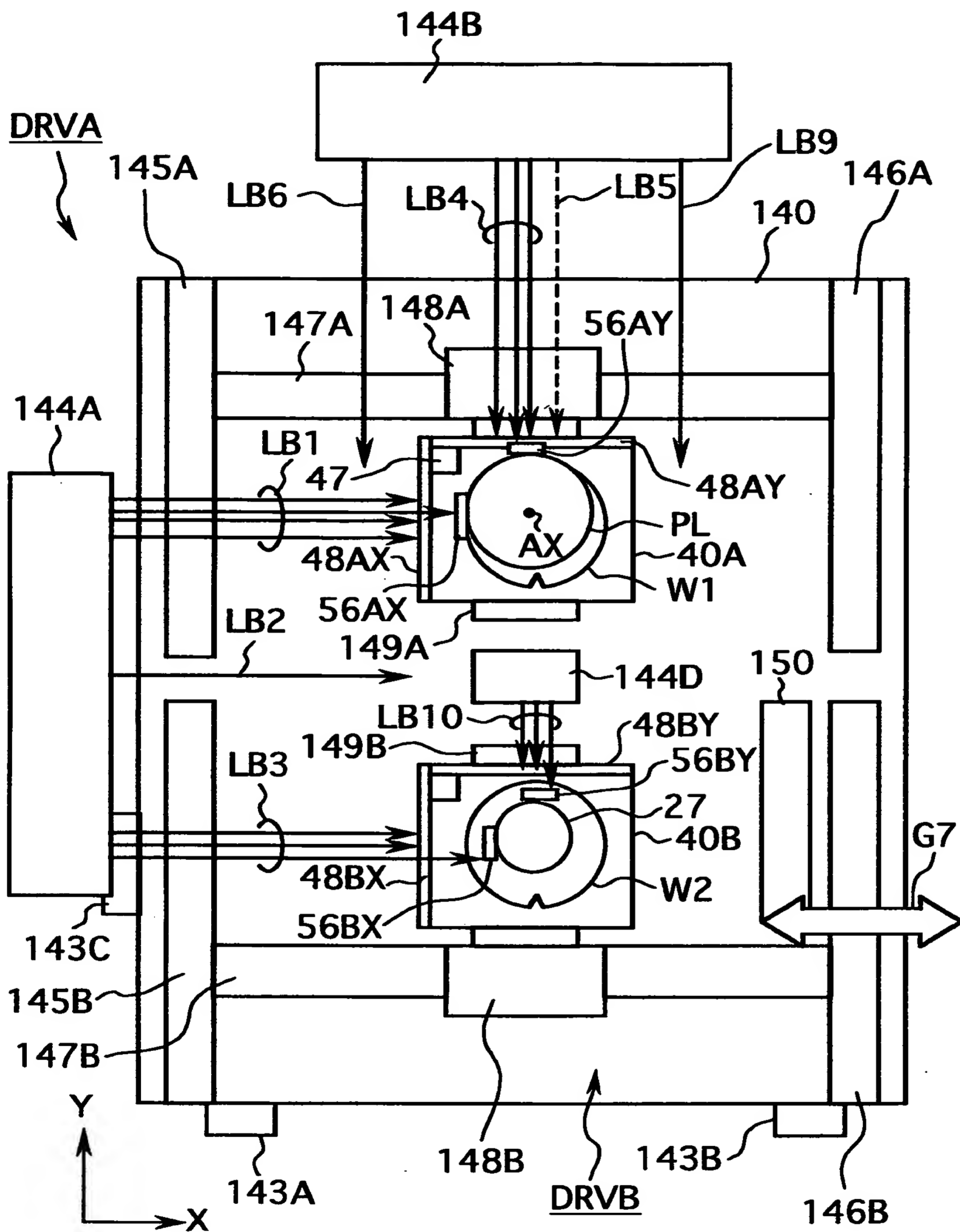
【図16】



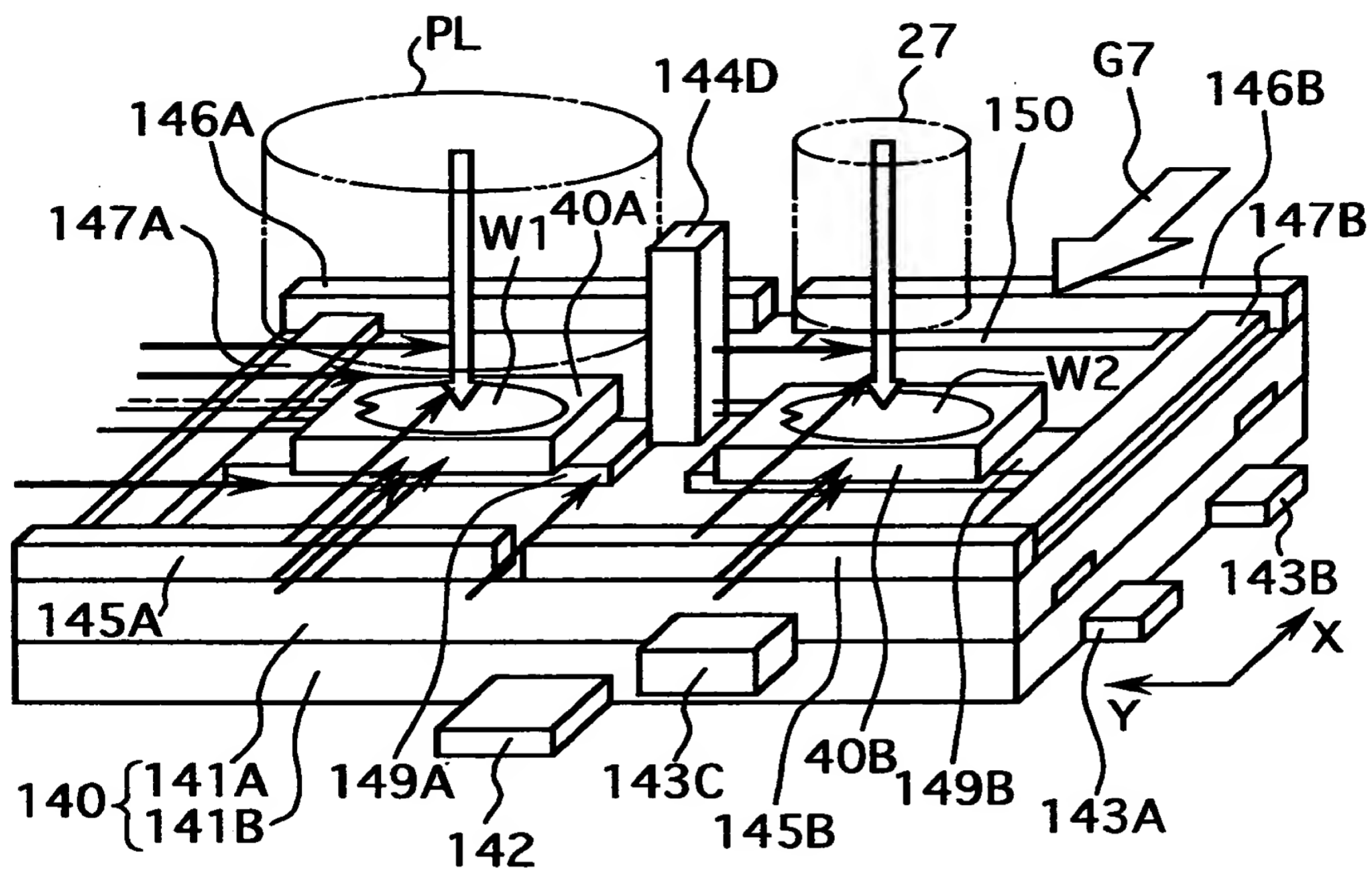
【图 17】



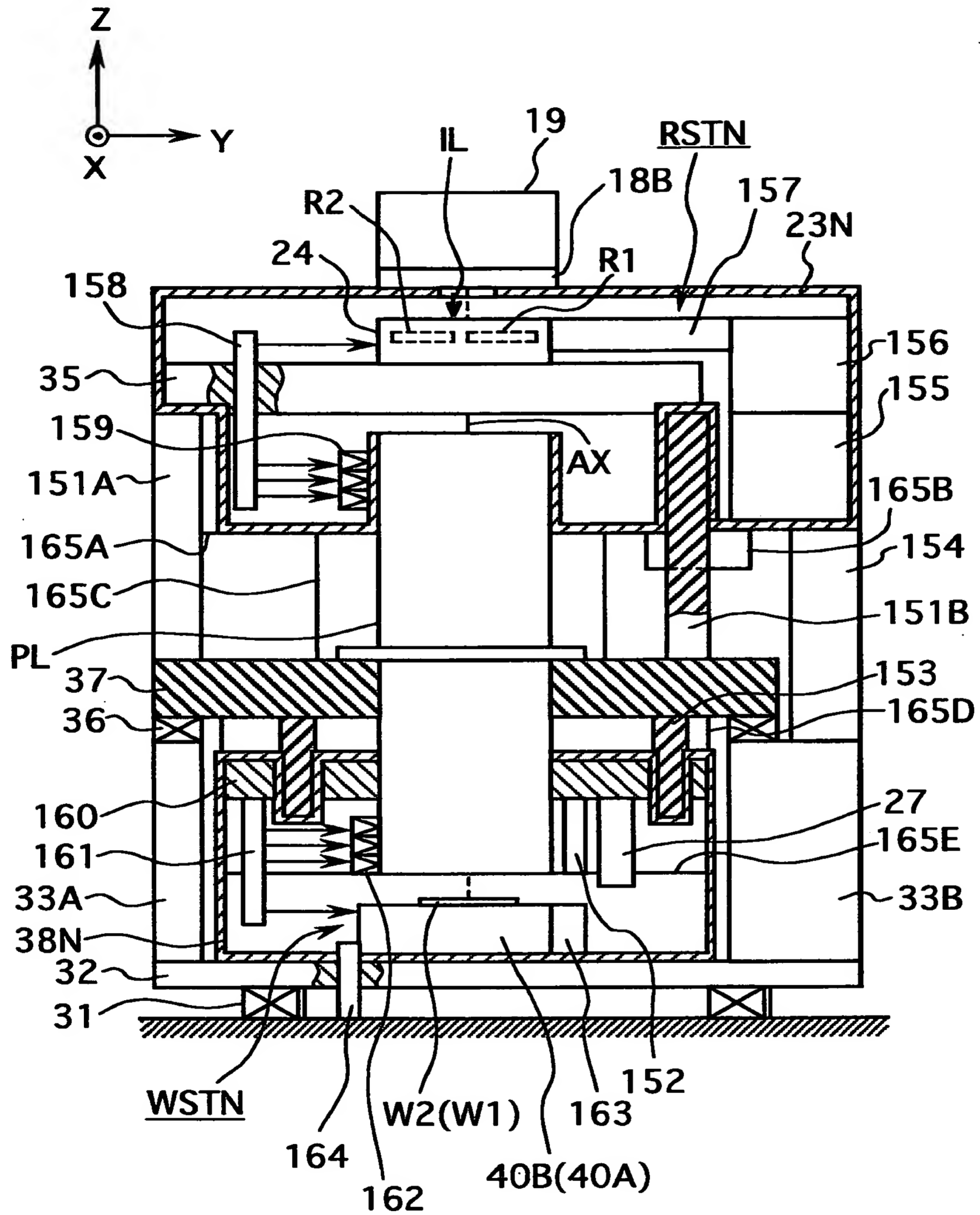
【圖 18】



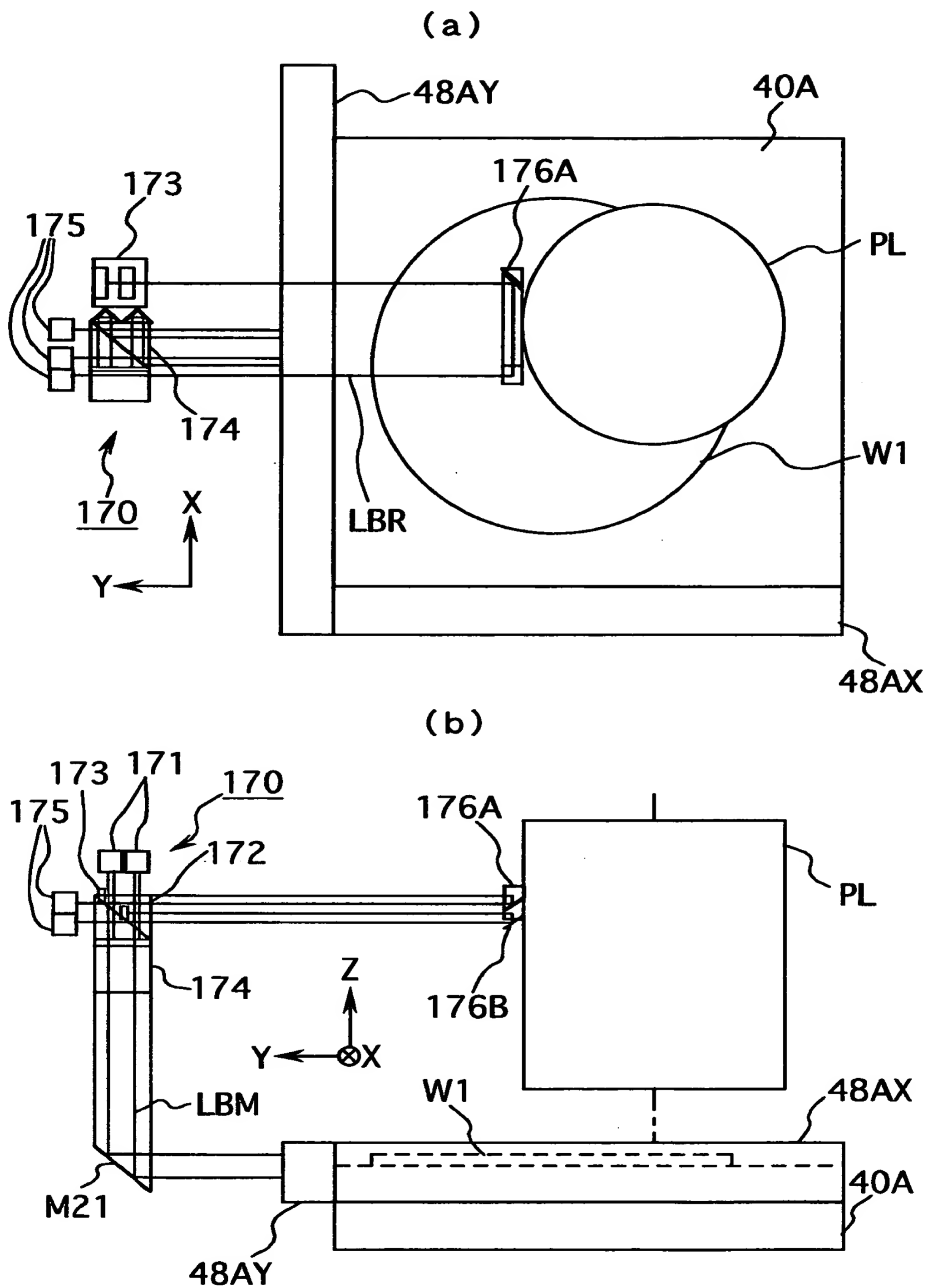
【図 19】



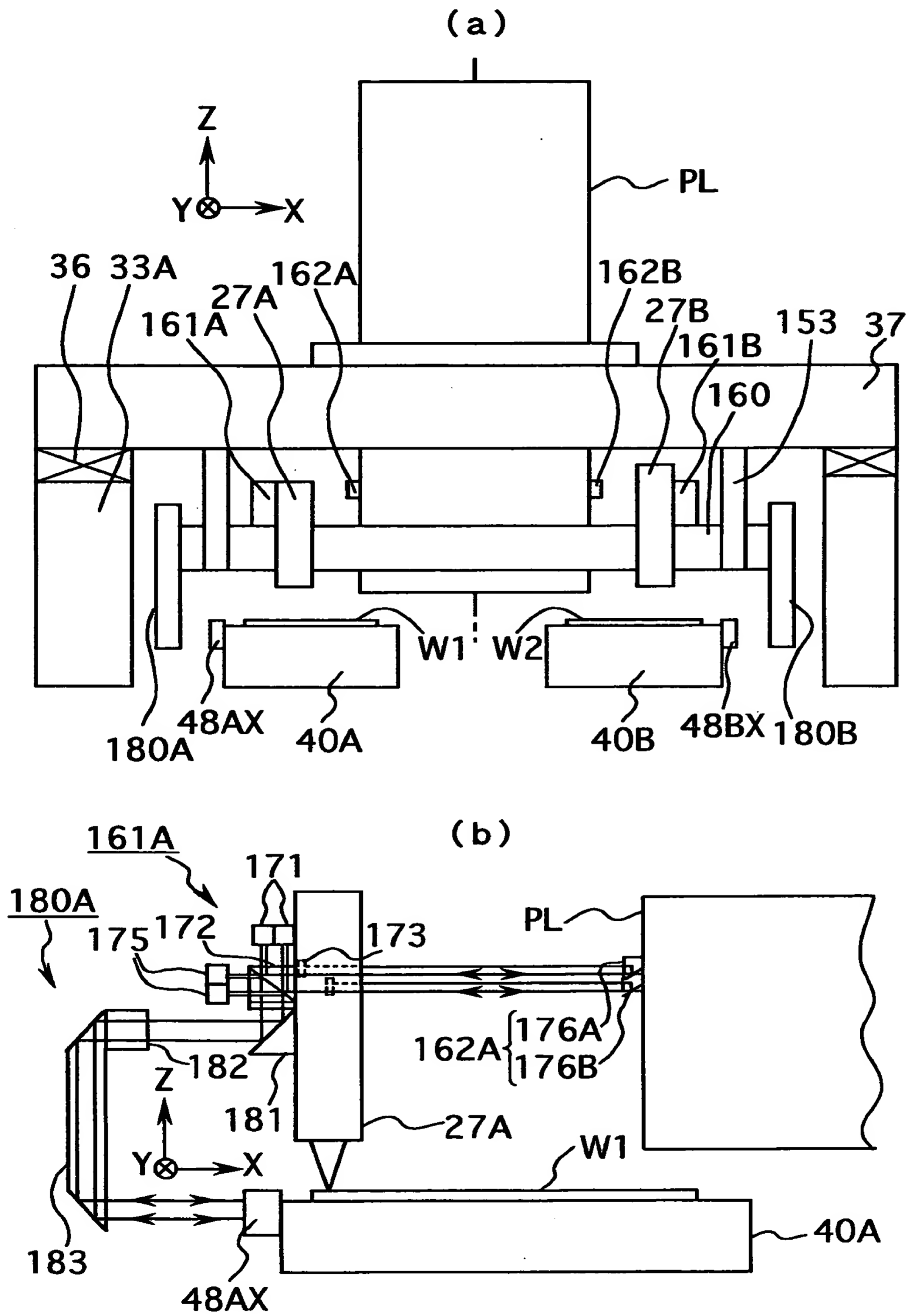
【図20】



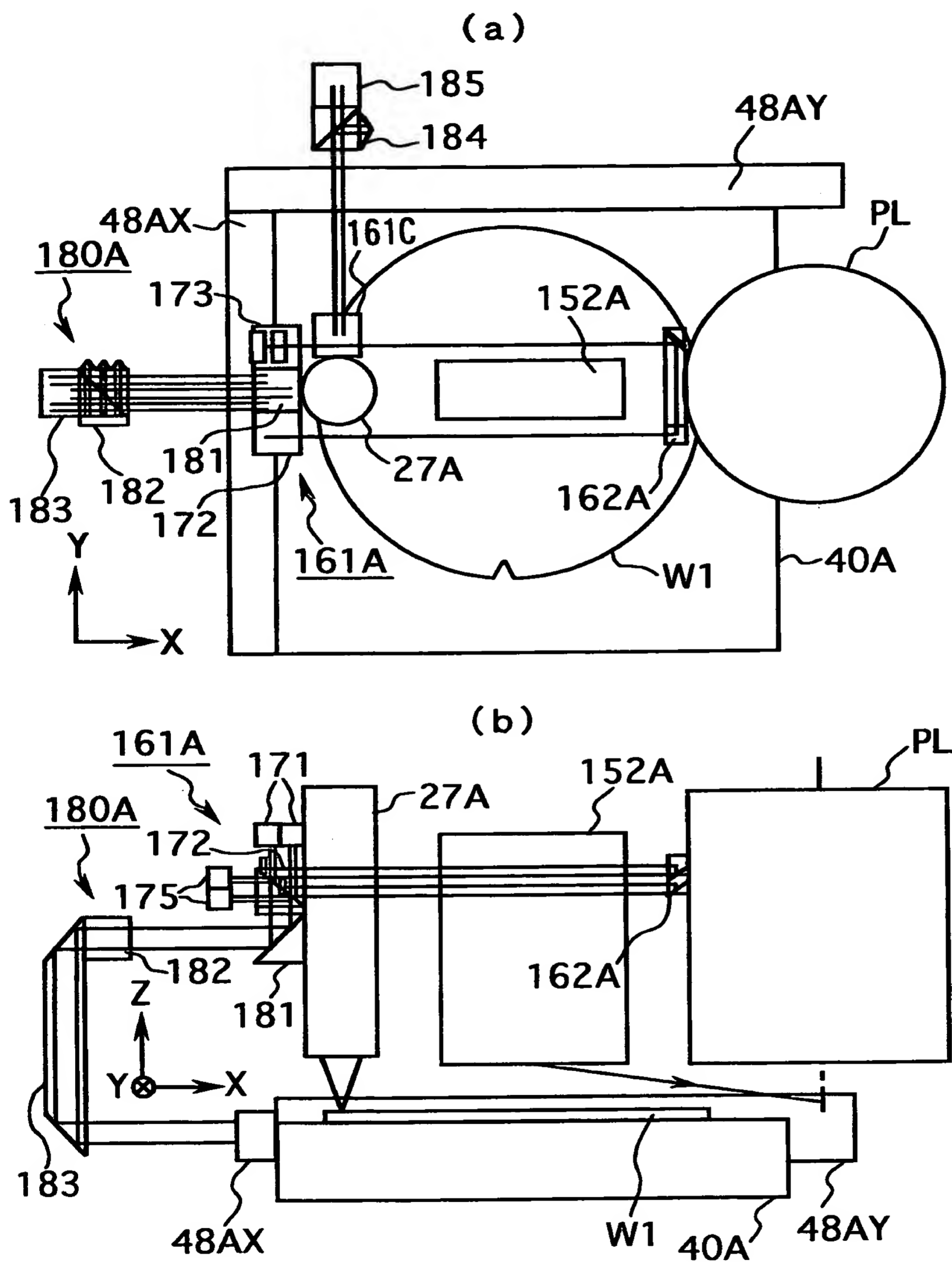
【図 2 1】



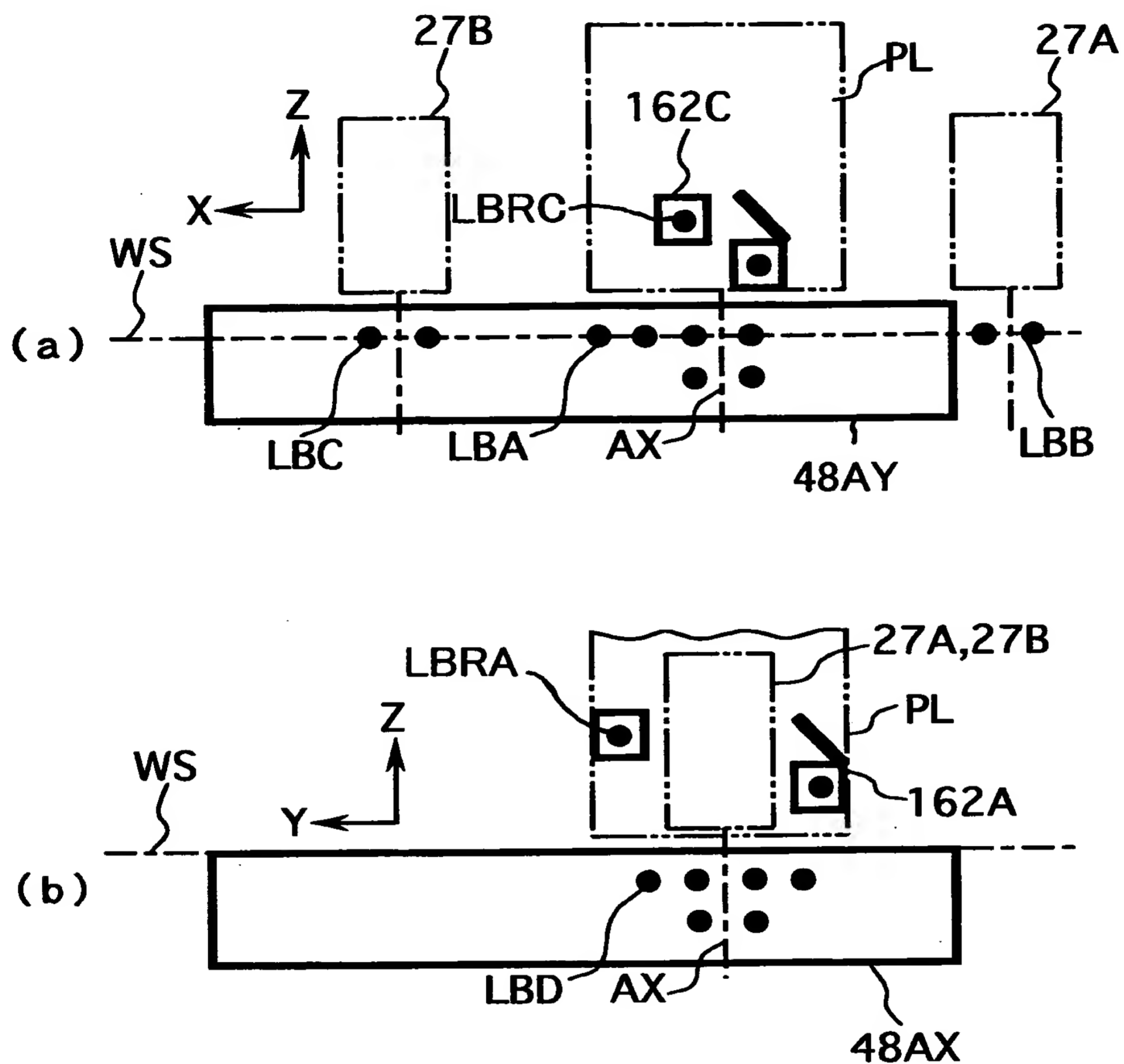
【図 2 2】



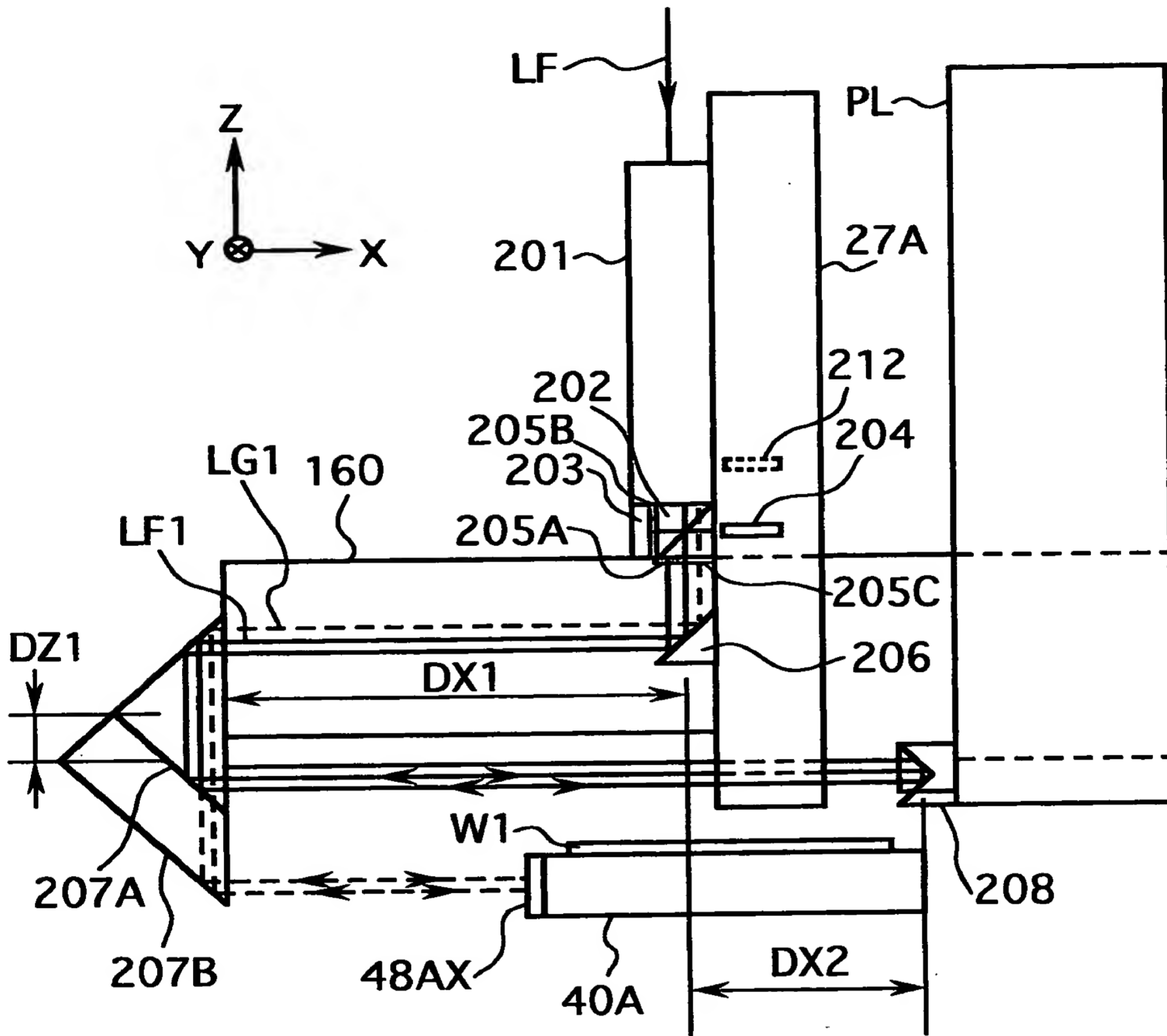
【図 23】



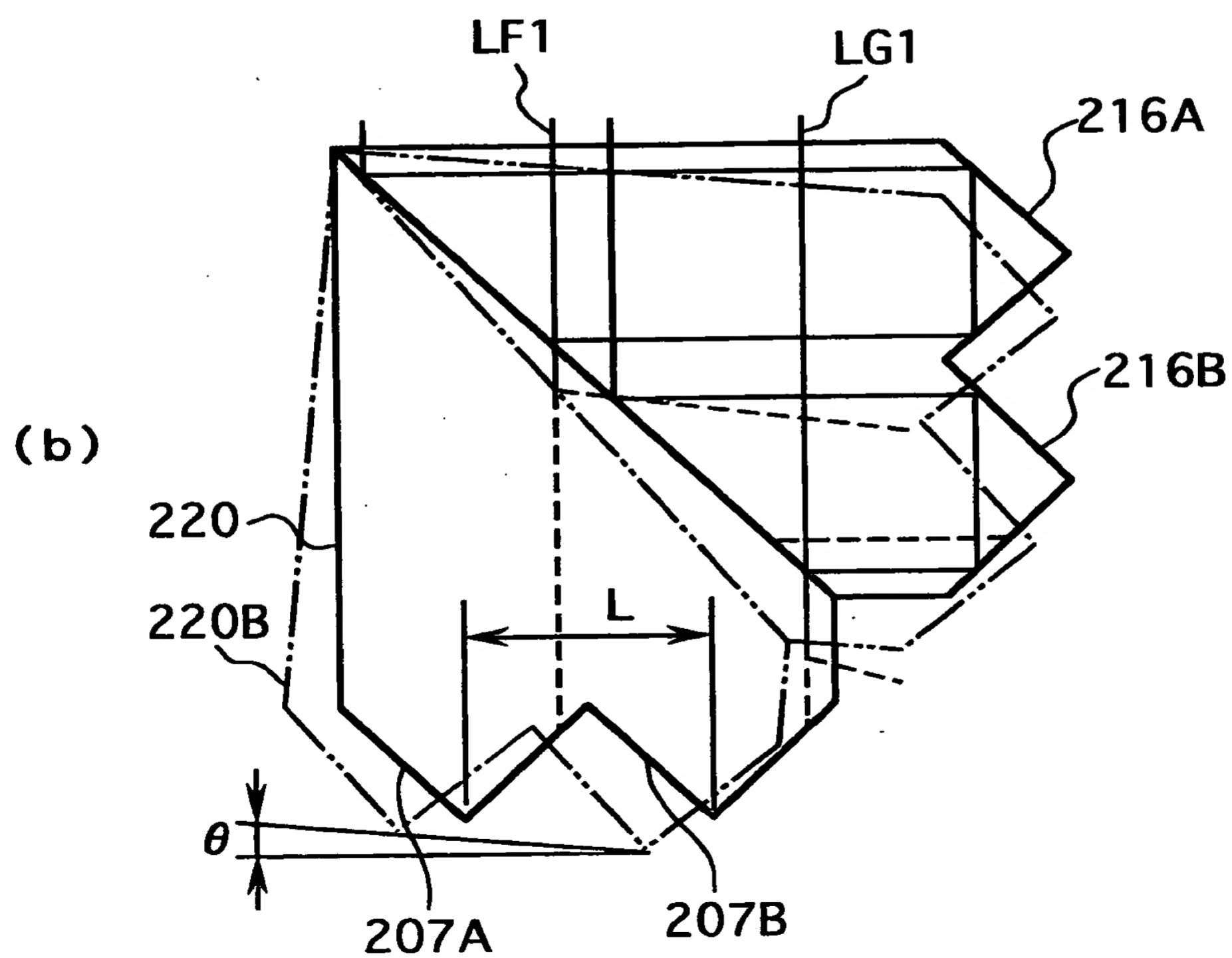
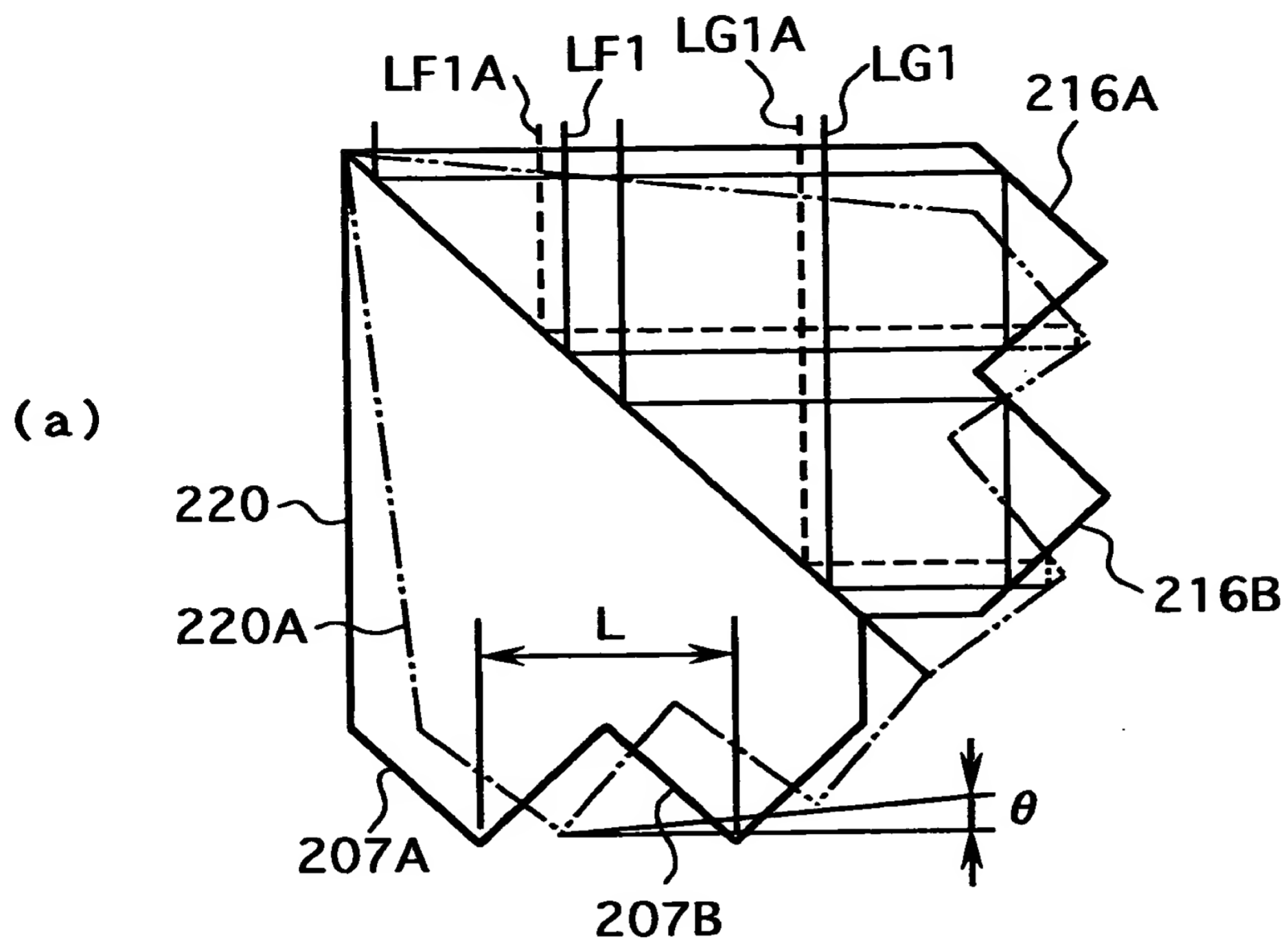
【図24】



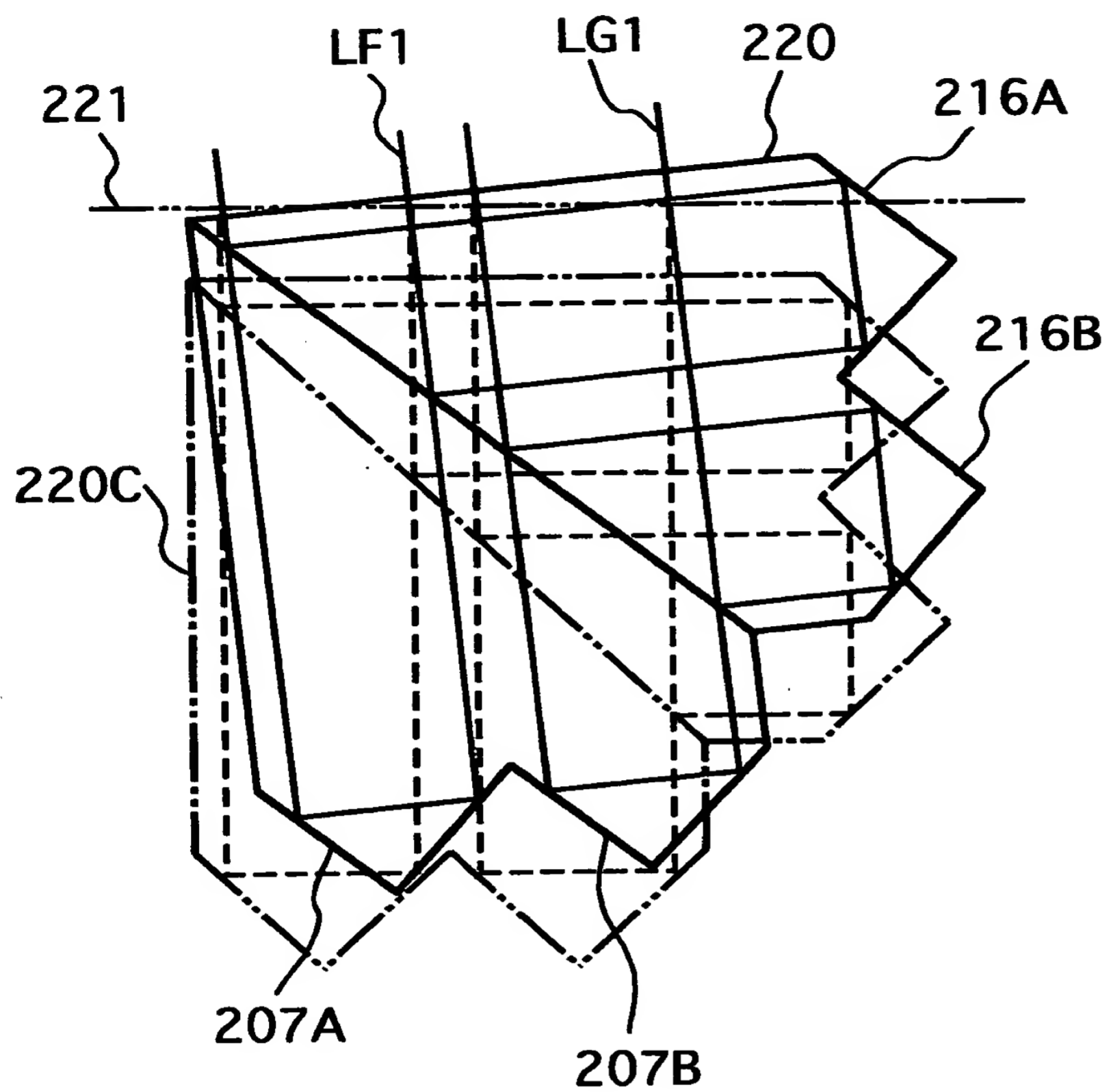
【図 2 5】



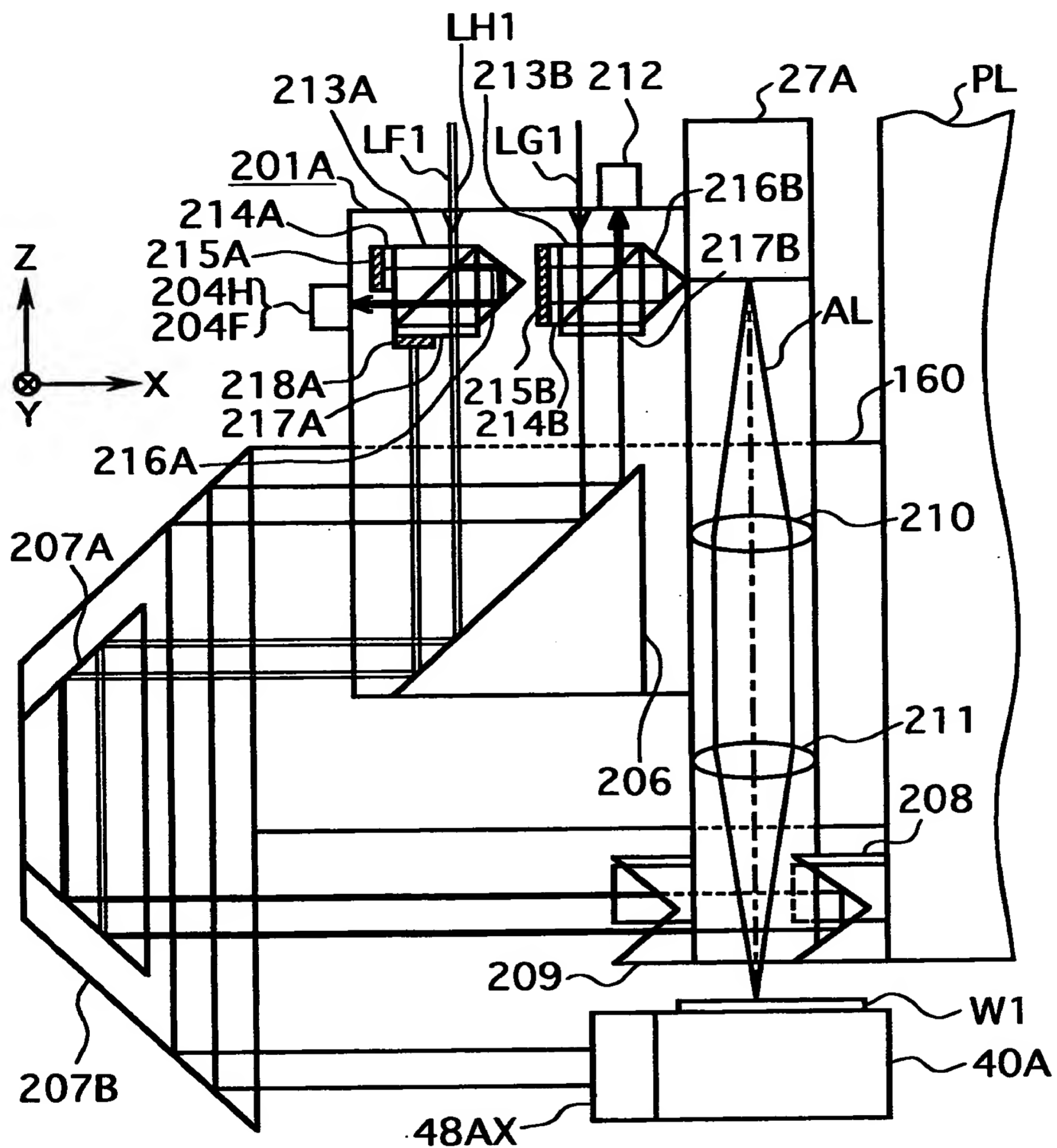
【図26】



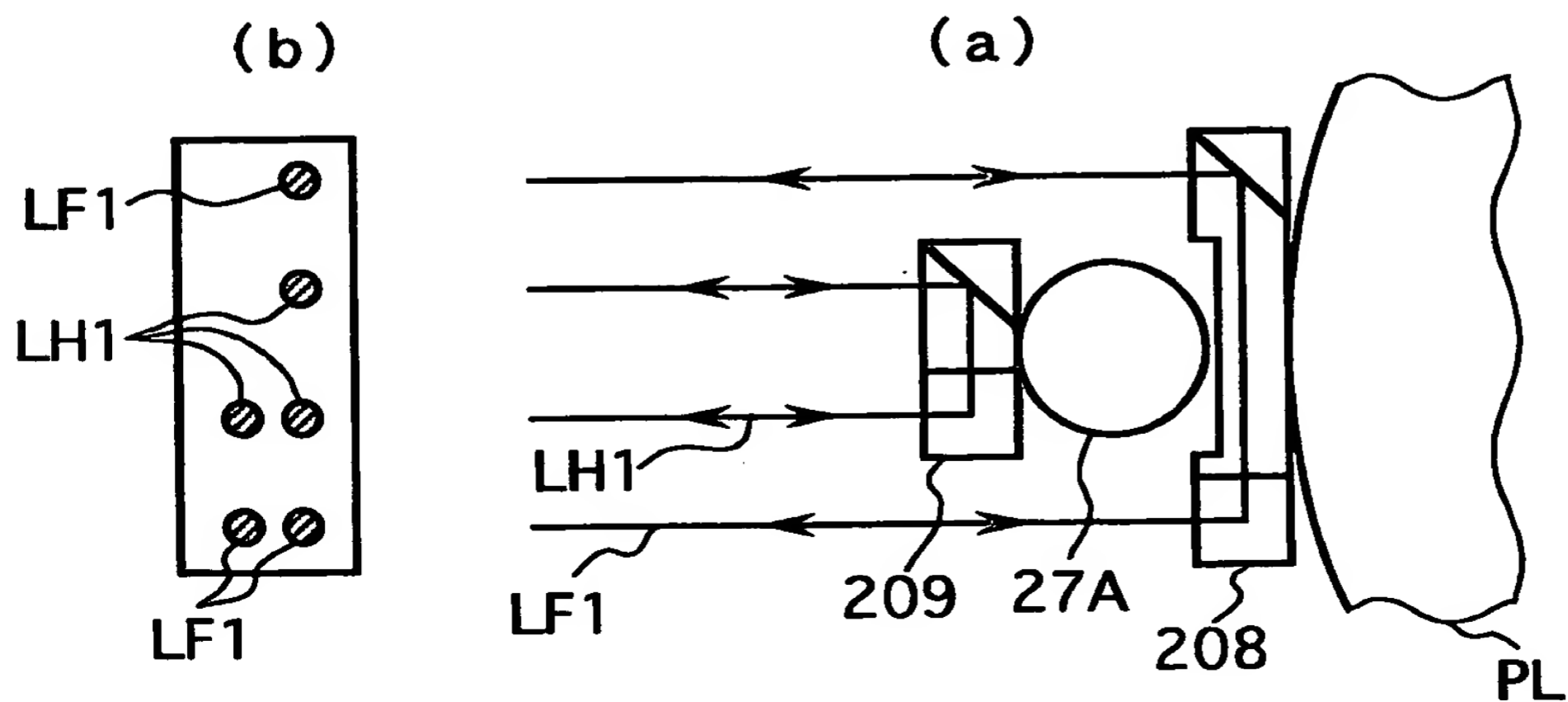
【図 2 7】



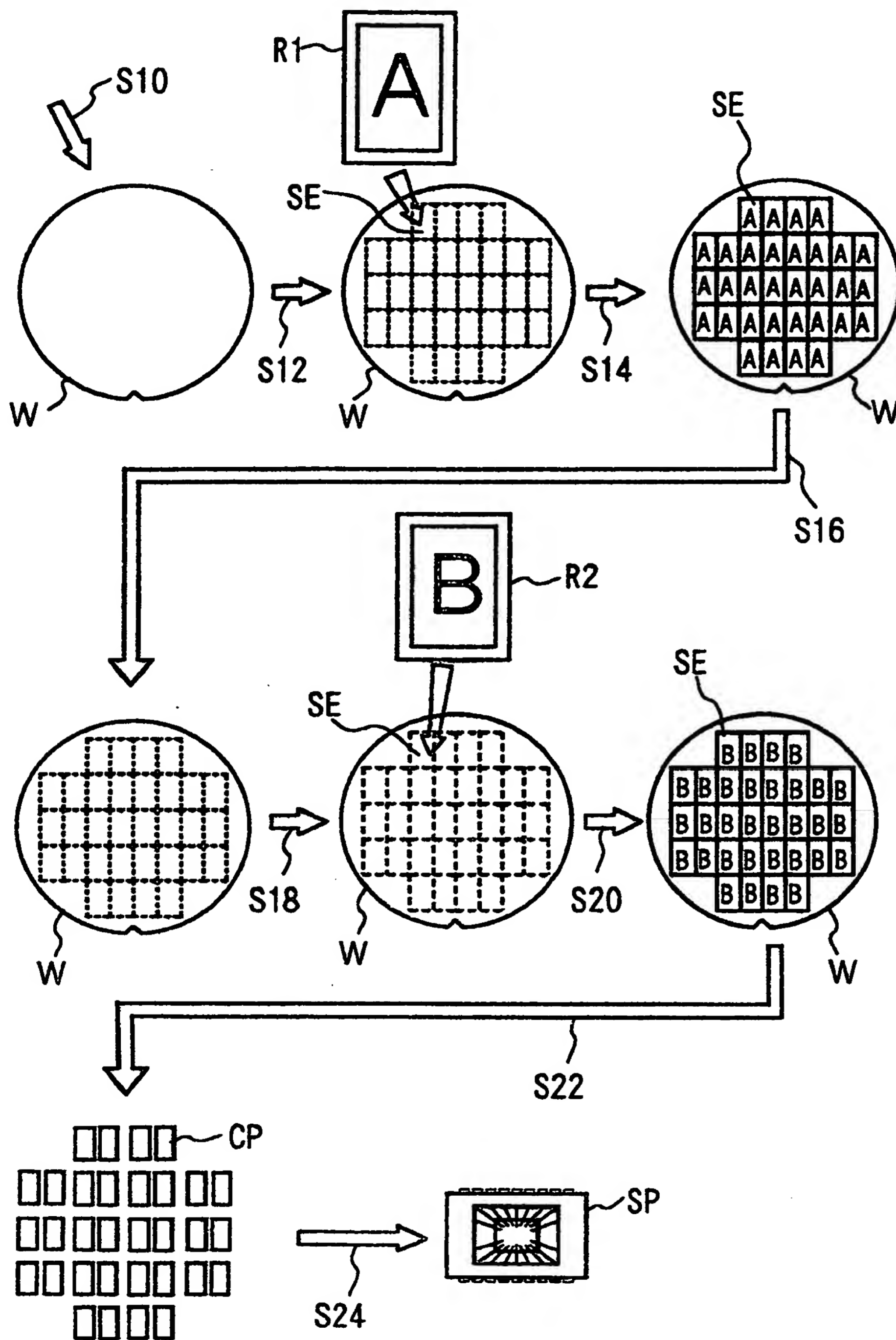
【图 28】



【圖 29】



【図 3 0】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ステージ系等の組立調整を容易に、効率的に行えるようにする。

【解決手段】 ウエハベース 3 9 上にウエハステージ 4 0 A, 4 0 B を移動自在に設置してウエハステージ系 W S T を構成し、ウエハステージ系 W S T をウエハ室 3 8 内に収納し、その側面にウエハローダ系 W R D A, W R D B が収納されたウエハローダ室 7 0 を設置する。位置 A 4 からウエハローダ系 W R D A でウエハ W 1 を搬入する際に、搬送途中の位置 A 3 において、撮像素子 8 3 A, 8 4 A の検出結果に基づいて外形基準でウエハ W 1 の位置合わせを行い、ウエハ W 1 をウエハ室 3 8 内の位置 A 1 に搬入したときに、再び外形基準でウエハステージ 4 0 A に対するウエハ W 1 の位置合わせ（プリアライメント）を行う。これによって、ウエハ室 3 8 をモジュール方式で組み立てた場合にも、ウエハステージ 4 0 A にウエハを正確に受け渡すことができる。

【選択図】 図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 4 1 1 2]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

氏 名 株式会社ニコン